

Quelles mobilités demain avec la voiture autonome ?

Vincent Kaufmann, Guillaume Drevon, Elodie Dupuit et Emmanuel Ravalet

Table des matières

Introduction générale.....	5
1. Prospective de la mobilité	7
1.1 Liminaire	7
1.2 Mobilité : un état des lieux	7
1.3 Retour sur la transformation des pratiques modales en Europe depuis les années 1970.	9
1.4 Les tendances pays par pays	13
1.5 Trois signaux de changements profonds de la mobilité	17
1.6 Trois scénarios pour penser l'avenir de la mobilité	19
2. Qualités recherchées dans la mobilité	27
2.1 Le prix	27
2.2 Le confort	28
2.3 Efficacité et rapidité.....	30
2.4 Potentiel d'utilisation du temps	31
2.5 Couverture spatiale et disponibilité temporelle	32
2.6 Simplicité d'usage (prévisibilité, souplesse, flexibilité, intégration billettique).....	33
2.7 Influence du contexte géographique et de la personne dans le choix modal	34
2.8 Approvisionnement en marchandises.....	35
3. La place de la voiture autonome dans le bouquet de l'offre modale pour chacun des trois scénarios	37
3.1 La voiture autonome dans le scénario « Ultramobilité »	37
3.2 La voiture autonome dans le scénario « Altermobilité »	38
3.3 La voiture autonome dans le scénario « Proximobilité »	39
4. Synthèse des entretiens	41
4.1 Quatre enjeux sociétaux du véhicule autonome	42
4.2 Insertion du véhicule autonome : au cœur de débats politiques complexes	44
4.3 Quels services peut-on imaginer avec le véhicule autonome pour la mobilité des personnes ?	45
4.4 Quels services peut-on imaginer avec le véhicule autonome pour le transport des marchandises ?.....	48

4.5 Quel écosystème industriel pour le véhicule autonome ?.....	49
4.6 Quels contenus au sein du véhicule autonome ?	50
4.7 Perspectives d'insertion dans les politiques publiques et dans le cadre légal.....	50
5. L'identification des services de transports pouvant s'appuyer sur le véhicule autonome	53
5.1 Hypermobilité	54
5.2 Altermobilité	56
5.3 Proximobilité	59
6. Synthèse générale	61
6.1 Le véhicule individuel premium.....	62
6.2 Le transport public automatique.....	62
6.3 Le transport autonome de marchandises	63
6.4 La combinaison spatiale	64
Bibliographie	65

Introduction générale

La présente recherche propose un état des connaissances sur l'évolution de la mobilité et les modes de vie du futur basé sur l'état de l'art scientifique et des entretiens d'expert dans l'objectif (1) de discuter du rôle et de la place du véhicule autonome dans la mobilité du futur, puis (2) d'identifier des services pour les véhicules autonomes et leur marché.

La mobilité spatiale n'est pas une fin en soi, elle permet de travailler, d'interagir avec autrui, de se détendre, de subvenir à divers besoins primaires, etc. Plus que la manière dont les personnes se déplacent, il nous paraît donc utile, dans la perspective d'un travail prospectif, de discuter des modes de vie contemporains, des usages des temps de transport, du rapport à l'espace et à la distance, des sociabilités et leur spatialité, ou encore des imaginaires qui peuvent orienter les pratiques de mobilité. Si la voiture autonome n'est pas directement au cœur de cette revue de littérature, elle doit inspirer la collecte des références par les services de mobilité qu'elle sera certainement susceptible d'offrir demain (sécurisation des déplacements, usage des temps de transport, désinvestissement des passagers vis-à-vis de la conduite, possibilité d'un service porte-à-porte avec des véhicules partagés, etc.).

Du point de vue méthodologique, la recherche est basée sur le croisement systématique de deux types de matériaux : (1) Un état de l'art scientifique basé sur le dépouillement de la littérature scientifique du domaine. Et (2) sept entretiens auprès d'experts issus d'horizons différents et de disciplines variées.

Le rapport se compose de six parties :

1. Une prospective de la mobilité basée sur les connaissances scientifiques

Le but de cette première partie générale, est d'identifier des scénarios de mobilité du futur, associés à des modes de vie et de les associer à des parts de population. Ce travail a été réalisé en approfondissant les résultats de l'étude SNCF 2050 réalisée dans le cadre de la COP21 et d'un dépouillement des travaux de prospective des modes de vie et de la mobilité. Il permet de dégager trois scénarios idéaux-typiques de la mobilité du futur.

2. L'identification des qualités recherchées dans la mobilité

L'objectif de cette partie est d'identifier les qualités recherchées dans la mobilité à partir d'un repérage systématique des signaux faibles mis en lumière par la recherche. Et en particulier dans les domaines suivants :

- Le prix
- Le confort
- L'efficacité et la rapidité
- Le potentiel d'utilisation du temps
- La couverture spatiale et temporelle
- La simplicité d'usage

Elle s'attachera ensuite à explorer l'importance du contexte géographique et de la motilité dans les pratiques modales et les modes de vie, pour s'achever sur la question de la mobilité des marchandises.

3. La place de la voiture autonome dans le bouquet de l'offre modale pour chacun des trois scénarios

Après avoir identifié les scénarios de mobilité du futur (point 1), puis décrit les attentes par rapport aux qualités recherchées dans la mobilité (point 2), nous explorerons la pertinence de la voiture autonome et des modalités de son exploitation pour chaque scénario et par rapport aux différentes qualités identifiées. Cette troisième partie permettra de discuter des conditions de pertinence des véhicules autonomes, et tout particulièrement dans les configurations suivantes :

- La voiture autonome individuelle
- La voiture autonome partagée (autopartage)
- La voiture autonome comme transport public (covoiturage et services de lignes),
- Le véhicule autonome utilitaire.

4. Une synthèse des entretiens auprès d'expert

Le but de la quatrième partie est de présenter les apports des experts interviewés sur les scénarios. Chaque expert a été interrogé sur les possibilités offertes par le véhicule autonome et les possibilités d'insertion de ces véhicules dans le système de mobilité du futur. Les entretiens réalisés ont été adossés aux scénarios identifiés (point 1).

5. L'identification des services de transports pouvant s'appuyer sur le véhicule autonome

L'objectif de la cinquième partie est de présenter les services de transport de biens et de mobilité des personnes qui pourraient s'appuyer sur le véhicule autonome. Cette cinquième partie replace les services identifiés par les experts dans les scénarios de mobilités du futur préalablement identifiés.

6. Une synthèse générale qui reprend des principaux enseignements de la recherche.

1. Prospective de la mobilité

1.1 Liminaire

Progressivement et en lien avec l'essor de la digitalisation et de la communication à distance, la mobilité se transforme. Cette transformation concerne la portée spatiale des déplacements, les attentes en matière de confort, les temporalités et les motifs. Pour la saisir dans sa diversité, nous proposons de l'aborder à partir des modes de vie en mettant l'accent au sein de ceux-ci sur la motilité.

Le but de cette première partie générale, est d'identifier des scénarios de mobilité idéaux-typiques pour le futur, et d'y associer des modes de vie et des sociétés globales cohérentes.

1.2 Mobilité : un état des lieux

La mobilité est au cœur des dynamiques économiques, sociales et culturelles. Sur le plan des évolutions récentes de la mobilité en Europe, les travaux de recherche relèvent les aspects suivants :

Si le nombre de déplacements par personne et par jour est stable depuis des décennies dans la plupart des pays européens, le nombre de kilomètres parcourus augmente régulièrement, attestant d'un éclatement spatiale croissant des activités. En chiffres absolus (ou en volumes de flux), ces évolutions se traduisent par des accroissements conséquents, associés à la croissance démographique de chaque pays/région et à l'éloignement résidentiel.

Jusqu'en 2006, l'utilisation en pourcentage et en volume de l'automobile mesurée en nombre de déplacements a progressé dans les déplacements, de même qu'en termes de kilomètres parcourus. Dès 2007, la part de l'automobile a commencé à décroître, essentiellement pour les déplacements à destination des centres urbains, et pour les déplacements interurbains. Dans la périphérie des villes et dans les régions rurales en revanche, l'utilisation de l'automobile a continué à croître. Cette tendance nouvelle s'accompagne d'une baisse de la motorisation des ménages. Le déclin de la motorisation et des usages urbains de l'automobile chez les habitants de nombreuses villes-centres s'accompagne d'un regain d'intérêt pour la marche et la flânerie urbaine (CERTU 2008).

La plupart des enquêtes récentes mettent en évidence une croissance du temps consacrés aux déplacements dans la vie quotidienne (Moktarian et Chen 2004 ; Joly et al. 2007). Le budget-temps consacré en moyenne à se déplacer par personne et par jour n'est plus stable, mais il augmente. Le corollaire de cette situation est un accroissement considérable des prestations de trafic en transport collectif et en automobile (Metz 2008 ; Van Bee et al. 2005). Le choix des transports collectifs est étroitement lié à la possibilité d'utiliser le temps de déplacement à des fins de production, en particulier pour les actifs. Le temps de déplacement est désormais comptabilisé comme un temps de travail à part entière. Dans ces circonstances, les automobilistes ne peuvent mobiliser ce temps pour produire. A ce niveau, la voiture autonome constitue une alternative qui permettrait à la fois de conserver les atouts de l'automobile (flexibilité, liberté) tout en valorisant le temps de déplacement comme ressource productive.

Nous assistons depuis une dizaine d'années à un découplage entre la vitesse de transport et la mobilité. Le mécanisme de compensation de l'accroissement des kilomètres parcourus par

les gains de vitesse ne fonctionnent plus (Crozet et Joly 2004). Les personnes qui se déplacent le plus vite et le plus loin sont désormais aussi celles qui ont les budgets-temps consacrés aux déplacements les plus importants.

Les déplacements sont de moins en moins des aller-retours entre le domicile et une destination autre ; au contraire, ils sont de plus en plus souvent « chaînés » (Yao et Morikawa 2005). Ceci est lié à l'accroissement de la portée spatiale moyenne des déplacements et à la complexification des modes de vie. La vie quotidienne des ménages s'est complexifiée, avec d'une part une croissance de la succession des activités de ses membres, et d'autre part des pressions temporelles accrues du fait des distances parcourues en moyenne plus importante associées à la complexité des agendas individuels.

De nouvelles formes de déplacements liant mobilité spatiale et virtuelle se développent comme la pendularité de longue distance ou la multirésidentialité. Elles se singularisent par l'utilisation fréquente du train ou de l'avion et se caractérisent à la fois par une portée spatiale importante (Meissonnier 2001) :

- La multirésidentialité recouvre des situations très différentes. Parmi les couples de bi-actifs, elle est le résultat d'arbitrages familiaux lorsque les activités professionnelles des conjoints ne sont pas localisées dans la même agglomération. On assiste également depuis quelques années au développement de pratiques de double domicile avec les résidences secondaires habitées trois jours par semaine (Kaufmann 2008).
- La pendularité de longue distance consiste, lorsque le lieu de travail est situé à plus de 1h30 du domicile, à ne se déplacer sur son lieu de travail que deux ou trois jours par semaine et à travailler le reste du temps à son domicile. Cette pratique s'appuie largement sur les possibilités de travailler à distance procurées par la messagerie électronique.

Depuis une dizaine d'années dans la plupart des pays Européens, on relèvera un attrait renouvelé pour l'habitat en ville, qui se traduit en particulier par une croissance de la population dans un nombre important de villes-centres depuis la fin des années 1990.

Ces transformations de la mobilité d'après la littérature scientifique, s'expliquent par des facteurs de natures très différentes :

1. La flexibilité dans le monde du travail :

La flexibilité est désormais une exigence du monde du travail qui implique bien souvent la mobilité. Avec la multiplication des contrats à durée déterminée, la flexibilité du temps de travail (voire le retour du travail sur appel dans certaines professions), les séjours à l'étranger et plus généralement les déplacements professionnels, la capacité à être mobile est indispensable. Cette situation est renforcée par les taux de chômage élevés : dans un tel contexte en effet, un employé se satisfait d'un emploi même très éloigné de son domicile. En Europe, la croissance des budgets-temps de déplacements et le développement des mobilités « hybrides » sont en particulier liées à cette évolution du monde du travail (Wenglenski 2006 ; Aguilera 2008).

2. L'élargissement des bassins d'emploi :

Avec la globalisation et l'accroissement des potentiels de vitesse procurés par les systèmes de transport, les marchés se sont spatialement élargis, tout comme les bassins d'emplois, tout particulièrement pour les emplois de cadres et les fonctions dirigeantes (Johansson et Rauhut 2002). Il résulte de ces évolutions une croissance du nombre de déplacements professionnels inter-villes et internationaux, et le développement des pratiques comme la multirésidentialité (Crozet et Joly 2004 ; Aguilera 2008).

3. La transformation des formes familiales :

Les formes de vie familiales se sont beaucoup diversifiées depuis une quinzaine d'années. En Suisse, dans le Canton de Vaud, un mariage sur deux se termine désormais par un divorce et les recompositions familiales se multiplient, diversifiant du même coup la composition des ménages et les bi-résidence d'enfants et d'adolescents en garde partagées en leurs parents. Dans ce contexte, l'attrait de la maison individuelle que l'on achète ensemble, comme preuve et ciment d'une union familiale sur le long terme est logiquement moins attrayante, et les attentes en matière de services et d'équipements urbains sont croissantes. C'est ainsi que l'habitat périurbain perd des adeptes et que les familles monoparentales et recomposées ont une tendance marquée à lui préférer des localisations dans un cadre de vie plus dense et accessible en transports publics.

4. La recherche de « réversibilité » de l'espace :

Les personnes jouent de plus en plus avec les potentiels de vitesse procurés par les transports rapides et les systèmes de communication pour « réversibiliser » leur rapport à l'espace (Urry 2007 ; Kaufmann 2008). Ce comportement consiste à renoncer à développer des formes de déplacements « irréversibles » comme déménager, pour combiner les localisations distantes en jouant avec les transports rapides.

5. Un changement du rapport au temps de déplacement :

Le temps de déplacement est de moins en moins interstitiel dans la vie sociale (Kesselring 2005). Il ne s'agit pas d'une parenthèse entre des activités qu'il s'agirait par tous les moyens de limiter, mais cela tend au contraire à devenir un temps social à part entière et ayant ses qualités propres (Bhat et Koppelman 1999). En clair, on ne cherche pas toujours à minimiser les durées de déplacements, mais bien davantage à maximiser leur qualité. Dans ce contexte, l'automobile perd de ses atouts. Elle ne permet pas à son conducteur une appropriation diversifiée du temps, contrairement au train par exemple (Jain et Lyons 2008). L'usage du temps de déplacement occupe une place de plus en plus importante dans la mobilité des individus. Dans une logique de valorisation du temps, la temporalité du déplacement constitue une ressource potentielle pour la pratique de différentes activités (travail, loisirs, socialisation). La perspective de valorisation du temps est fortement corrélée avec l'augmentation des attentes en matière de confort et d'ergonomie. Jusqu'à aujourd'hui, ce constat était uniquement associé aux transports en commun (train, bus, métro). La voiture autonome tend à redistribuer les cartes en la matière, elle présenterait des qualités identiques voire supplémentaires en comparaison aux transports en commun.

1.3 Retour sur la transformation des pratiques modales en Europe depuis les années 1970

Le rapide portrait de la mobilité que nous venons de broser permet d'identifier que dans les années 2000, nous avons assisté à un report modal progressif de l'utilisation de l'automobile vers d'autres moyens de transport. Nous proposons de nous attarder maintenant sur cette inflexion, pour en saisir les tenants et aboutissants.

La recherche sur la mobilité nous apprend que depuis les années 80, dans de nombreuses villes européennes, le report modal est un objectif central des politiques de transports.

Avant cette période, soit dans les années 1960 et 1970, une représentation dominante du système de transport, très largement partagée aussi bien par la population que les décideurs

politiques et les experts se construisait autour du paradigme du progrès technique (Fichelet 1979). Dans cette optique, la voiture individuelle constitue un progrès par rapport aux transports collectifs, car elle libère son usager des contraintes de lignes et d'horaires et permet un déplacement autonome dans un espace privatisé (l'habitacle de l'automobile). L'idée selon laquelle l'automobile constitue un progrès par rapport aux transports publics est très largement partagé, y compris par les partis politiques de gauche (Maksim 2011). Avec la prise de conscience croissante des nuisances liées au trafic automobile, cette représentation va cependant se fragmenter pour laisser la place à une plus grande diversité de dispositions. Dès les années 1980, le report modal des transports individuels motorisés vers des moyens de transport moins générateurs d'externalités négatives constitue un objet de controverse central des politiques de transports à travers toute l'Europe (Banister 2005, Flamm 2004). Il est notamment porté par des mouvements sociaux en émergence, de mouvance écologiste ou plus généralement qui militent pour une meilleure qualité de vie et une critique du consumérisme. C'est à travers cette transformation du référentiel de la mobilité urbaine que le report modal va progressivement devenir un objectif central des politiques de transports urbains en France, mais aussi à travers toute l'Europe.

Ces politiques sont motivées par une volonté de faire face aux conséquences de l'automobile en milieu urbain dense, soit en premier lieu l'encombrement de l'espace public et les conséquences environnementales du trafic automobile.

La stratégie privilégiée au départ a été de développer des alternatives à la voiture qui soient performantes en termes de vitesse de transport. C'est ainsi qu'ont fleuri les projets de réseaux de tramways sur rails ou sur pneus, de light rail, de tram-train ou de métro automatique de petit ou grand gabarit, de S-Bahn et autre RER.

Dans les années 1980 et 1990, ces réalisations n'ont pas permis, sauf exception, de faire diminuer l'utilisation de l'automobile en ville. Dans tous les cas, une augmentation de l'utilisation des transports publics a été mise en évidence, sauf exception entre +20% et +50% 5 ans après la mise en service, mais le trafic automobile n'a été que marginalement impacté (fig. 1). Les nouveaux trams, métro et S-Bahn ont surtout généré de nouveaux déplacements et convaincus d'anciens piétons de prendre les transports en commun.

Dans un deuxième temps, le succès très relatif des politiques de report modal est analysé comme insuffisamment cohérentes. Les politiques de report modal ont alors considéré des chaînes de moyens de transport complètes, en intégrant la marche et le vélo en particulier. L'aménagement de l'espace public devient alors un élément central de ces politiques. C'est à ce moment que les stratégies de coordination entre les politiques de transport et de développement deviennent une doxa. Il faut amarrer le développement urbain à une échelle marchable à proximité des hubs de transports publics et des gares.

Jusqu'au milieu des années 2000, ces politiques ne vont pas permettre d'infléchir massivement l'utilisation de l'automobile. Il y a bien sûr des exceptions, mais dans l'ensemble les effets restent modestes. L'utilisation de l'automobile est associée à des modes de vie dont les rythmes et la spatialité font qu'il est bien souvent difficile d'agir sur les habitudes modales de transport. Des recherches montrent que celles-ci se forment durant des moments précis, correspondant à des moments de transition dans le parcours de vie.

Les alentours de l'année 2005 vont marquer le tournant que nous avons identifié : l'utilisation de l'automobile va se mettre à baisser. On a d'abord cru à un effet conjoncturel lié à la hausse du prix du pétrole, mais la tendance qui s'amorce devient lourde et se généralise progressivement dans les pays occidentaux, comme le montre les récentes analyses de l'ILS qui compare la mobilité en Allemagne, France, Grande-Bretagne, Japon, Australie et Etats-Unis (fig. 2).

Fig 1. Evolution de la fréquentation des transports publics après l'introduction d'un TCSP (chiffres relatifs à la fréquentation sur l'ensemble du réseau)

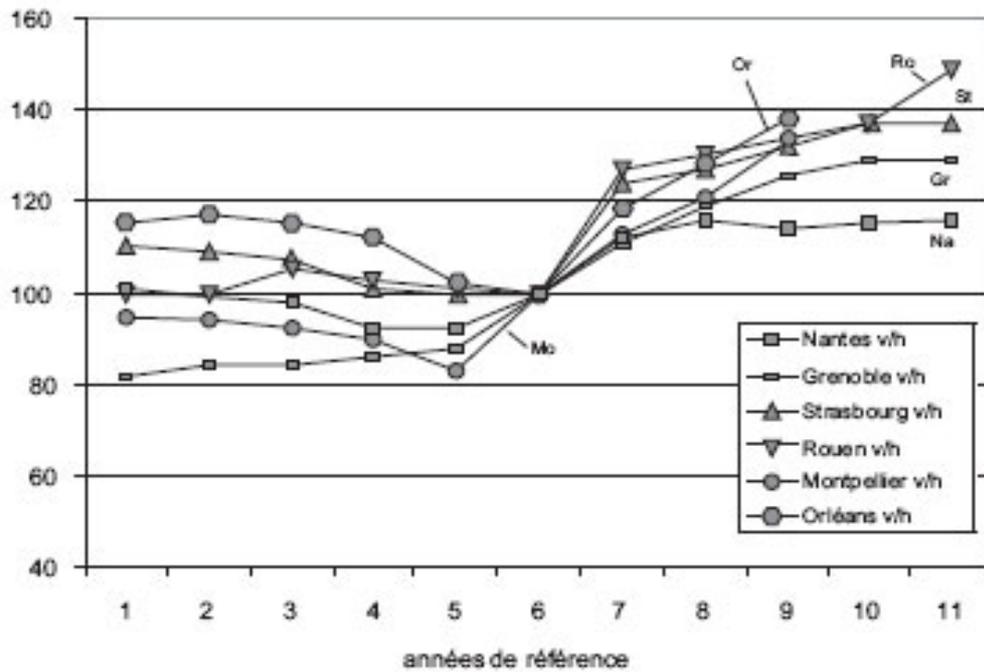
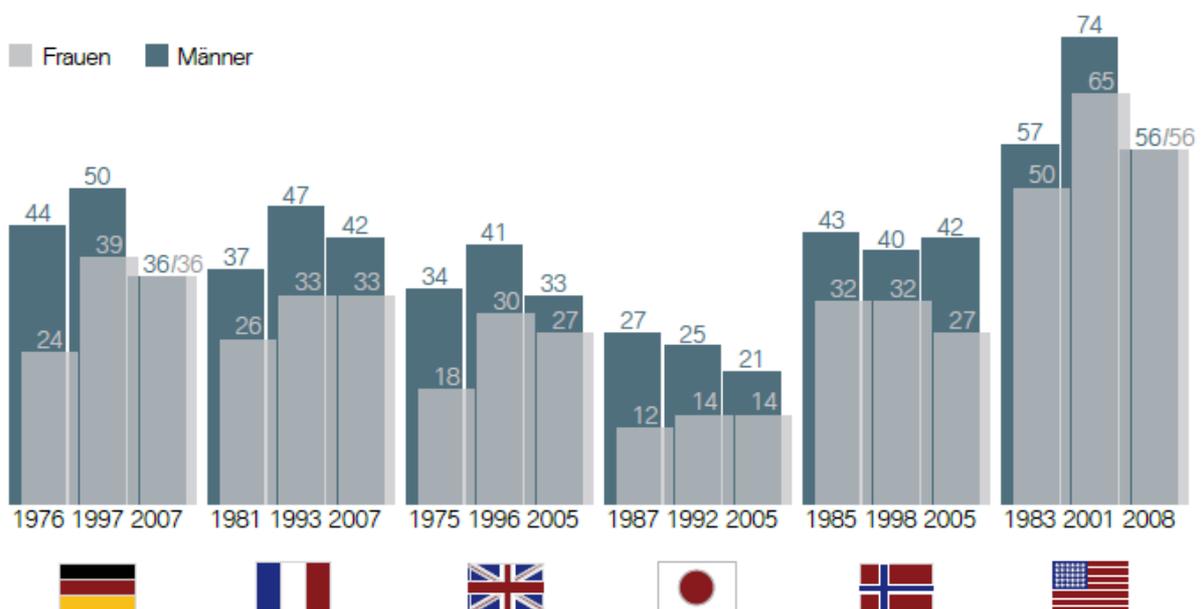


Fig. 2 Evolution de la part modale de l'automobile dans la mobilité (en km)

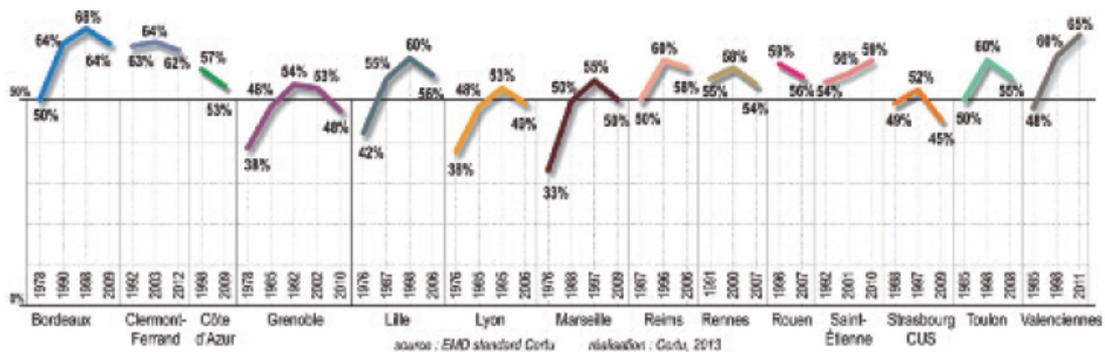


Source: ILS

Comme souvent lors de l'émergence d'un phénomène nouveau, un faisceau de facteurs plutôt qu'une cause unique en est à l'origine.

Il y a bien sûr un effet des investissements et des politiques menées, mais pas seulement... Certains faits sont troublants, car la diminution est générale. Elle concerne aussi bien des villes qui ont mené des politiques de transport ambitieuses que des villes qui n'ont pas eu de politiques dans ce domaine. C'est le cas en France où la baisse de la part de marché de l'automobile dans les déplacements urbains est repérable aussi bien à Strasbourg ou Bordeaux – des agglomérations qui ont beaucoup développé les transports publics, que dans des villes comme Toulon où un tel développement n'a pas eu lieu.

Fig. 3 Evolution de la part modale de l'automobile dans un certain nombre d'agglomérations françaises (en part des déplacements), sources: EMD.



Il est aussi important de noter que la tendance à la baisse de l'utilisation de l'automobile est confinée aux milieux urbains denses, c'est-à-dire aux villes-centres de plus de 100'000 habitants et à leurs proches couronnes.

La baisse d'utilisation de l'automobile s'accompagne de transformations des modalités de son utilisation. C'est ainsi différentes formes de partage de l'automobile se développent dans la plupart des pays occidentaux. La multipropriété fait partie de la catégorie de l'autopartage. Elle se distingue des services d'autopartage qui sont gérés par des entreprises spécialisées (Communauto, Mobizen, Auto'trement, Mobility Carsharing) ou des coopératives. La multipropriété s'inscrit davantage dans les mouvements de l'économie partagée et de la transition énergétique (Demailly et Novel 2014). En effet, elle prend sa source dans des initiatives individuelles de particuliers qui mettent en place des collectifs à partir de relations familiales, amicales ou de voisinage. Face à la réalité de l'usage de la voiture, l'achat de voiture en copropriété ou multipropriété est un phénomène qui prend de l'ampleur. En effet, l'utilisation effective de la voiture et en particulier dans les zones urbaines se restreint à environ 10 % du temps. Pendant le reste du temps, le véhicule demeure en stationnement. Cette sous-utilisation amène les personnes à choisir la multipropriété. Les raisons sont d'abord économiques mais aussi pratiques. L'achat collectif d'un véhicule permet d'une part de partager le coût du véhicule mais aussi d'être plus en phase avec les usages individuels comme par exemple, dans le cas d'une utilisation ponctuelle (week-end, vacances, courses particulière). La multipropriété n'est pas seulement réservée aux particuliers. Les entreprises et les organisations publics peuvent également s'insérer dans ce dispositif en particulier les PME ou encore les collectivités.

Dans son rapport pour l'ADEME et le MEEDDM, l'ADETEC estime que la multipropriété présente un important potentiel de développement étant donné la sous-utilisation des voitures (ADETEC, 2009). En 2009, l'ADETEC estime que la multipropriété concernait 35 à 70 000 personnes pour une flotte de 10 000 à 20 000 véhicules. Le rapport indique qu'en

moyenne et pour une utilisation quotidienne, une voiture est utilisée 50 min par jour. Les auteurs ajoutent que 7 millions de voitures sont utilisées seulement 2 fois par semaines et que 17 millions de véhicules font moins de 10 000 km par an. Ces données donnent à voir un important potentiel de développement pour la multipropriété. D'après le rapport de l'ADETEC, les usagers de la multipropriété sont particulièrement satisfaits de cette pratique. Ils mettent en avant l'optimisation du véhicule, les économies engendrées, la solidarité, la convivialité et la protection de l'environnement (ADETEC 2009).

En pratique, la multipropriété peut s'organiser autour d'un contrat entre les différents propriétaires. Le partage du véhicule peut également prendre la forme d'une association de copropriétaires. Toutefois, la multipropriété s'appuie principalement sur la confiance entre les propriétaires ou les usagers du véhicule. Ce principe conduit le plus souvent à des modes de fonctionnement informels entre voisins ou membres de la famille. Bien que la multipropriété présente des avantages notamment aux niveaux économique et pratique, elle implique aussi certains inconvénients. En premier lieu, les assurances ne proposent pas de formules adaptées à la multipropriété. Dans le cas d'un partage informel du véhicule, la répartition des frais associés à l'entretien du véhicule peut également se prêter aux conflits. La répartition temporelle peut également s'ériger comme obstacle au bon fonctionnement du partage de la voiture. Les conflits d'agenda notamment au moment des vacances constituent effectivement une limite. Ainsi la multipropriété implique une importante coordination au sein du groupe de propriétaires.

Si les politiques de transport ont bel et bien un impact sur le déclin de l'utilisation de l'automobile, la baisse de la part de marché de l'automobile dans des agglomérations où aucune amélioration notable des offres alternatives n'a été réalisée suggère que d'autres facteurs sont à l'œuvre dans cette tendance. La recherche a identifié plusieurs facteurs explicatifs structurels comme le vieillissement de la population et la précarisation des classes moyennes inférieures qui ont moins accès à l'automobile.

1.4 Les tendances pays par pays

Si les évolutions qui viennent d'être présentées sont tendanciellement générales, elles ne concernent pas tous les pays de la même manière. D'une part, ces évolutions s'inscrivent dans des situations différentes d'utilisation de l'offre, d'autre part, elles prennent sens par rapport à des cultures, et donc des aspirations et des modes de vie, ayant leurs spécificités. Ainsi, dans chaque pays analysé, la demande de déplacement présente un visage un peu différent. Tour d'horizon dans 6 pays.

France

La France se caractérise par une part moyenne d'utilisation des transports publics, à la fois pour les déplacements internes aux agglomérations et les déplacements interurbains. Tous déplacements de voyageurs confondus (chiffres 2007), la répartition entre modes de transports motorisés est la suivante : automobile conducteur et voyageurs 82,6%, transports publics (bus, tram, métro, tous trains) 15,8%, avion 1,5%.

Concernant la mobilité quotidienne, dans les grandes agglomérations urbaines (hors Ile-de-France), la part modale des transports publics s'établit dans une fourchette comprise entre 8% et 15%, celle de l'automobile entre 46% et 57% (Données enquêtes ménages déplacements). En Ile-de-France, la répartition modale est beaucoup plus favorable aux transports publics, avec une part de 19% sur l'ensemble de la région et de 41% pour l'automobile (données EGT, 2001).

Concernant les déplacements de longue distance, les répartitions modales sont les suivantes [données de l'enquête permanente de la direction du tourisme]. Pour les voyages professionnels avec nuitée (chiffres 2006), les transports publics ont une part modale de 34%, la voiture de 34% et l'avion de 26%. La part modale des transports publics est la plus élevée pour les déplacements de 200 à 600 km (aller et retour), elle s'élève alors à 43%. Pour les voyages professionnels sans nuitée (chiffres 2006), les transports publics ont une part de 26%, la voiture de 68% et l'avion de 6% (chiffres 2006). Là aussi, les différences de répartition modale sont considérables en fonction de la distance parcourue. Concernant le train, notons de sa part est la plus forte pour les déplacements de plus de 300 km (43%) et de 100 à 200 km (22%). Pour les voyages personnels, l'automobile domine largement la répartition modale jusqu'à 1000 km (aller-retour) lorsqu'il y a une ou plusieurs nuitées; elle domine les déplacements de loisirs de longue distance réalisés durant une journée quelle que soit la distance.

Dans la mesure où la plus grande partie du pays se caractérise par une armature territoriale faite d'agglomérations dont dépendent autant d'arrière pays, le tout dominé par l'Île-de-France, la demande de déplacements est comme en Espagne largement partagée en volume, entre une demande intra-urbaine et une demande inter-agglomération de longue distance. Dans ce contexte, on relèvera en France la croissance rapide de la pendularité de longue distance et de la birésidentialité, ainsi que de façon concomitante un allongement des budgets-temps de déplacements. Ainsi, 14% de la population active de 25 à 54 ans pratique une forme de grande mobilité « hybride », tant la pendularité que la birésidence (Bonnet, Collet, Dragus, Maurines et Orain, 2008). Notons aussi que comme en Allemagne, la tendance à l'allongement des budgets-temps de déplacements est renforcée par un report modal assez marqué de l'utilisation de l'automobile vers celle des transports publics.

Depuis une dizaine d'années en France, on relèvera un attrait renouvelé pour l'habitat en ville, qui se traduit en particulier par une croissance de la population dans un nombre important de villes-centres depuis la fin des années 1990.

Suisse

La Suisse dispose d'une armature territoriale de villes en réseaux assez peu hiérarchisée. Le fédéralisme a pour conséquence un morcellement institutionnel et juridique qui rend sa population résidentiellement sédentaire, d'autant plus que le pays est traversé par plusieurs frontières linguistiques. Dans la mesure où la croissance de l'emploi se fait essentiellement dans les régions de Zurich, Genève et Bâle, cette situation entraîne une croissance particulièrement soutenue de la pendularité de longue distance.

D'une manière générale, la Suisse est un pays dans lequel l'utilisation des transports publics est très développée. Au niveau des transports urbains, la part modale des transports publics (par rapport à l'ensemble des modes de transport) est comprise entre 19 et 32%, ce qui représente un des taux les plus élevés au monde. Pour les déplacements interurbains, l'utilisation des transports publics est également très développée. Par exemple, pour la pendularité de longue distance Zurich - Berne et Genève - Lausanne (les deux OD les plus fréquentes), la part modale du train est respectivement de plus de 70% et de plus de 45% (Schuler et Kaufmann, 2006).

Depuis le milieu des années 2000, un report modal assez important de l'automobile vers les transports publics est constaté pour les déplacements domicile-travail de moyenne à longue distance. Celui-ci a précédé la montée du prix du pétrole, mais a été renforcé dès 2006 par ce phénomène. L'accroissement de la pendularité de longue distance et le report modal vers le train entraînent un allongement très important des budgets-temps moyens de déplacements de la vie quotidienne et un chaînage d'activités en nette progression (Joly et al. 2006).

Au niveau des aspirations de localisation résidentielle, un timide retour en ville est perceptible depuis une décennie, mais surtout, on relèvera une volonté d'habiter dans des lieux offrant une bonne accessibilité par les transports publics.

Allemagne

L'Allemagne est un pays se caractérisant par une répartition modale assez favorable aux transports publics, que ce soit pour les déplacements intra-urbains ou interurbains. Pour la mobilité urbaine, la part modale des transports publics s'établit entre 21 et 25% dans les grandes agglomérations, celle de l'automobile entre 38 et 46% (Dörkes et al., 2008). Pour les déplacements de longue distance 81% des déplacements de plus de 100 km se font en automobile (en 2006), les 19% restant en transports publics (essentiellement en train) (Eck et Stark, 2007). Une étude récente dans la région Rhein-Main montre par ailleurs que pour la pendularité de longue distance (50 km et plus), la part modale des transports publics (train, Schnellbus) est de plus de 35% (Manz et Wittowsky, 2007).

D'une manière générale, l'armature territoriale en réseaux de villes peu hiérarchisés, a pour conséquence que la demande interurbaine est forte et en croissance. Ceci se traduit en particulier par la croissance des budgets-temps moyens de déplacement de la population, la forte croissance de la pendularité de longue distance et de la birésidentialité (Zumkeller et Vallée, 2006) et, par voie de conséquence, du chaînage des activités. Notons par ailleurs que la stagnation du pouvoir d'achat en Allemagne, allié à la montée du prix de l'essence, a contribué à un report modal conséquent de l'automobile vers les transports publics (Hunsicker et Sommer, 2008), plus fort sur les déplacements de moyenne et longue distance que sur les déplacements urbains. On relèvera en particulier à l'échelle nationale une baisse de 1% des kilomètres parcourus en automobile depuis 2007, et parallèlement un accroissement marqué des kilomètres parcourus en train depuis 2004 (Prognos, 2008). Le nombre de personne kilomètre sur le réseau des chemins de fer allemand passe ainsi de 32'394'451'000 en 2004 à 34'195'295'000 en 2007 (+5.5%) (Statistisches Bundesamt, 2008). Ce report modal a contribué à entraîner un allongement des budgets-temps de déplacements.

L'Allemagne est un pays où la conscience écologique est particulièrement développée. Ceci se traduit par la non-motorisation volontaire d'une frange de la population et une aspiration à l'habitat en milieu urbain pour la qualité des aménités qui s'y trouvent.

Notons aussi que l'Allemagne est un pays marqué par un fort vieillissement de la population, fort vieillissement qui se traduit par un fort accroissement du nombre des retraités et corollairement des déplacements de loisirs. Si à moyen terme, cette situation laisse présager une stagnation démographique et une baisse du nombre des déplacements et des kilomètres parcourus, à court terme en revanche elle produit du trafic : les jeunes retraités sont en effet de gros consommateurs de déplacements en automobile, en train et en avion (Rommerskirchen, Greinus et Ickert, 2008). Il apparaît en outre d'après des projections que les générations actuelles et futures de personnes âgées sont et seront plus motorisées et plus enclines à utiliser l'automobile, leur mode de vie y étant largement adossé (Topp, 2005).

Belgique

Notons d'emblée que la répartition modale est globalement défavorable aux transports publics, ce qui s'explique en bonne partie par le fait que les densités urbaines sont faibles et la dispersion des activités est forte et en augmentation (Dobruszkes, 2008), ce qui pousse à l'utilisation de l'automobile. La Belgique se caractérise donc par une utilisation très importante de l'automobile, à la fois pour les déplacements de courte et de longue distance. Sur l'ensemble de la mobilité motorisée à l'échelle nationale, les transports publics représentent 12% de part modale (CEMT). Pour la mobilité urbaine dans l'agglomération bruxelloise (soit également les parties de région wallonne et flamande qui en font fonctionnellement partie), la part modale de l'automobile (conducteur et voyageur) s'établit à

55%, tandis que celle des transports publics (Stib et SNCB) est de 15%, les deux roues et la marche composant les 30% restant (enquête MOBEL, 1999). Dans la région Bruxelles capitale, la part modale des transports publics s'établit à 28%. Dans la région Wallonie, elle est n'est que de 11%.

L'armature territoriale en réseau de ville organisé autour d'une centralité bruxelloise a pour conséquence une forte croissance de la pendularité de longue distance et un allongement des budgets-temps de déplacements. Celui-ci est d'autant plus important que la Belgique se caractérise par des embarras de circulation importants aux heures de pointe (Vandenbulcke, Steenberghen et Thomas, 2008). Un petit report modal de l'automobile vers les transports publics est identifiable depuis quelques années à la fois sur les réseaux urbains (la STIB en particulier) et sur l'offre régionale de chemin de fer. La croissance de la pendularité s'accompagne d'un chaînage des activités plus marqué.

La population belge se caractérise par une forte sédentarité résidentielle. Cet attachement se construit notamment à partir de la propriété d'une maison. La Belgique ne vit par contre pas un regain d'intérêt pour l'habitat urbain.

Espagne

D'une manière générale, relevons que l'Espagne est un pays dont les ménages se sont récemment motorisés et de façon très rapide (Matas, Raymond 2007). Malheureusement, les données de mobilité disponibles pour l'Espagne sont assez lacunaires (absence d'enquêtes nationales en particulier).

C'est un pays où la part modale des transports publics est globalement assez faible, sauf dans les grandes agglomérations. L'armature territoriale faite d'agglomérations urbaines isolées se nourrissant d'un arrière-pays, se traduit par une demande de transports largement dichotomique entre une demande intra-urbaine et une demande de longue distance. Il en résulte que ni la pendularité de longue distance n'est pas en forte croissance, ni le chaînage d'activités, ni la croissance des budgets-temps consacrés quotidiennement à se déplacer.

Ainsi, parmi la population active âgée de 25 à 54 ans, seuls 12% pratique une forme de grande mobilité (pendularité de longue distance, birésidence, etc.). De plus, ces formes hybrides de déplacements ne sont pratiquées que de façon interne à l'Espagne, qui apparaît donc ici véritablement comme une péninsule (Meil, Ayuso, Mahia 2008).

En Espagne, le report modal de l'automobile vers les transports publics reste faible, voire inexistant sur certains segments de la demande, ceci malgré la forte hausse du prix du pétrole en 2007. Notons que la croissance du trafic est forte dans les grandes agglomérations espagnoles, agglomérations qui ont pour la plupart connu une croissance démographique soutenue durant les deux dernières décennies. Dans le cas de Madrid, cette croissance s'est accompagnée d'une très grande dispersion des activités dans les couronnes d'agglomération, ce qui a tout particulièrement favorisé le recours à l'automobile (Gutiérrez, Garcia-Palomares 2007). Malgré cette tendance générale à une utilisation accrue de l'automobile, les services suburbains de chemins de fer desservant les couronnes des grandes agglomérations font exception : sur ce segment très spécifique, on note une hausse de l'ordre de 30% du nombre de personnes transportées dès le début des années 2000 (Asensio 2000).

L'habitat urbain fait l'objet en Espagne d'un regain d'intérêt.

Grande-Bretagne

La Grande-Bretagne est un pays fortement urbanisé, dont l'armature territoriale est organisée en réseaux de villes largement dominés par la métropole londonienne. En Grande

Bretagne, l'utilisation des transports publics est globalement assez faible. Pour l'ensemble des déplacements (courte et longue distance pour l'année 2000), la part modale de la voiture est de 60% (automobile conducteur et voyageur), celle des transports publics est de 9%, les deux roues et la marche représentant les 31% restant (Statistiques de l'Union Européenne).

La forte dérégulation de l'emploi a entraîné en Grande-Bretagne une croissance de la pendularité de longue distance et de la birésidentialité, y compris dans des catégories sociales défavorisées. Ceci se traduit en particulier par des budgets-temps de déplacements en augmentation sensible et un chaînage des activités également en progression. Avec la montée du prix de l'essence, notons que le pays se caractérise par un report modal sensible de l'automobile vers les transports publics, en particulier pour les déplacements de longue distance.

L'attrait renouvelé pour l'habitat urbain en milieu dense n'est pas suffisamment répandu en Grande-Bretagne pour entraîner une tendance statistiquement décelable de retour en ville des habitants, même si on y rencontre des phénomènes de gentrification sociale dans des quartiers londoniens ainsi que dans le centre d'autres grandes villes du pays comme Leeds, Liverpool ou Glasgow. Notons aussi que la Grande-Bretagne n'est pas un pays dans lequel la conscience écologique est très développée dans le domaine des transports, au contraire de l'Allemagne.

1.5 Trois signaux de changements profonds de la mobilité

Pour parachever cette première partie de l'état de l'art consacré aux transformations de la mobilité, nous aimerions revenir sur trois phénomènes émergents dont on parle peu, mais qui préfigurent potentiellement des changements sociétaux globaux et profonds s'ils se poursuivent. C'est à partir d'eux que nous proposons de construire nos scénarios.

L'habiter polytopique :

Depuis une vingtaine d'années, nous assistons en Europe au développement de plusieurs formes inédites de déplacements, souvent qualifiées de grandes mobilités (Meissonnier 2001 ; Schneider et al. 2002 ; Hofmeister 2005).

Elles renvoient à de la bi- ou multi-résidence ; que celle-ci soit pratiquée suite à un divorce par les enfants en garde partagée, par choix pour la dynamique de couple (living appart together) lorsque les domiciles sont à une distance-temps conséquente, pour des raisons liées au travail (le pied à terre à proximité du lieu de travail lorsque le domicile principal est situé à plusieurs centaines de kilomètres), ou encore pour des raisons liées aux loisirs, comme ces résidences secondaires dans lesquelles on passe une partie de la semaine ou de l'année.

Il s'agit aussi de la pendularité de longue distance ou de longue durée, qui conduit des personnes de plus en plus nombreuses à parcourir chaque jour plusieurs centaines de kilomètres ou à passer beaucoup de temps pour se rendre sur leur lieu de travail et en revenir le soir.

Il s'agit de plus de ces voyageurs, qui passent de très nombreuses nuits à l'extérieur de leur domicile, que ce soit pour le travail, pour les loisirs ou pour des raisons familiales. Lorsqu'on les additionne, ces formes de déplacements encore anecdotiques il y a quelques années, constituent désormais un phénomène social sur lequel il n'est plus guère possible de faire l'impasse.

Rien que pour le travail, ce phénomène concerne entre 15% des actifs en France, tandis que la moitié de la population y a été confrontée dans sa vie professionnelle. Si l'on tient compte de l'ensemble des motifs, 25% de la population est concerné par l'habiter polytopique.

Notons aussi que ces pratiques s'accompagnent d'un métissage des temps de la vie quotidienne : les activités se succèdent à des rythmes plus élevés. Les sphères privées et professionnelles se mélangent. On travaille à distance, chez soi, le soir en regardant ses emails, on reçoit des téléphones privés au bureau. On reste en contact en permanence avec son partenaire par sms.

Ce qui lie ces différents modes de vie, c'est qu'ils impliquent un habitat polytopique . Le mode d'habiter polytopique se déroule dans plusieurs espaces éloignés les uns des autres. Il en résulte des appartenances et ancrages multiples.

L'utilisation de l'automobile est généralement assez faible parmi les personnes qui pratiquent l'habitat polytopique, en particulier lorsque les circulations se font de ville à ville.

La croissance des budgets-temps de déplacement :

Yacov Zahavi est un chercheur de la banque mondiale qui a mis en évidence dans les années 1970 une constante des budgets temps de déplacements dans les villes du monde entier. Il en tire ce qu'on a qualifié de « Conjecture de Zahavi », c'est-à-dire le fait que la mobilité quotidienne est une fonction de la vitesse de transport à l'horizon d'un budget-temps d'une heure environ.

La conjecture de Zahavi met en évidence un mécanisme central du développement urbain : les gains de temps procurés par la vitesse potentielle des infrastructures sont investis pour aller plus loin et non pour limiter le temps passé à se déplacer. Ce mécanisme permet en particulier de modéliser l'étalement urbain. Les travaux de Zahavi ont eu un écho considérable en urbanisme opérationnel.

Depuis les années 1990, les budgets-temps de déplacements se sont mis à augmenter à travers toute l'Europe. En Suisse par exemple, 10% des actifs travaillent à plus de 50 km de leur domicile principal. Cette pratique est en forte croissance et se développe à partir de l'utilisation du train : plus les personnes vont travailler loin, plus elles prennent le train.

Une petite partie de cette augmentation s'explique par la saturation des infrastructures. Mais surtout, cela s'explique par le fait que le rapport au temps de déplacement a changé. Depuis, 5 ans, les budgets-temps ont tendance à se re-stabiliser autour de 1h30.

Que s'est-il passé ? Un examen attentif des budgets-temps indique que la dispersion des budgets-temps s'est accentuée. Il montre aussi que les utilisateurs du train et les grands marcheurs sont ceux qui ont les budgets-temps les plus longs. Ce phénomène s'explique en particulier par la possibilité d'utiliser son temps. Avec les smartphone, tablettes, ordinateurs portables, le temps de déplacement n'est plus un temps mort, un temps de liaison entre des activités, mais un temps d'activité à part entière... et on accepte donc d'y passer plus de temps.

Mais pour qu'une personne puisse se sentir à l'aise lors de ses déplacements, il faut non seulement qu'elle dispose d'aptitudes personnelles, mais aussi que cette motilité rencontre un potentiel d'accueil favorable dans les espaces de la mobilité. Ces prises au sens de Gibson sont indispensables pour s'approprier ce temps. Elles prennent des formes très différentes et vont de la place assise confortable dans un train au wifi, en passant par la localisation d'un pied à terre... L'utilisation du temps de déplacement en voiture est limité par la conduite, ce qui limite l'attractivité de ce moyen de transport pour des usagers de plus en plus nombreux

Les changements de dispositions à l'égard de l'automobile et l'aspiration à ralentir son rythme de vie :

Nombre d'enquêtes le montrent : l'automobile ne fait plus autant rêver les jeunes et de nombreuses personnes renoncent à posséder une automobile et conduisent de facto moins. Les constructeurs automobiles comme Toyota ou PSA analysent finement ce phénomène. Cela se traduit non seulement dans l'utilisation des moyens de transport, mais aussi dans la motorisation et dans le passage du permis de conduire et l'aspiration plus générale au ralentissement de son mode de vie, ceci aussi bien au Japon qu'aux Etats-Unis qu'en France ou en Turquie (Forum Vies Mobiles, enquête internationale sur les aspirations en matière de modes de vie et de mobilité, 2015).

Cette tendance s'explique par plusieurs aspects :

- Un désamour de l'automobile lié aux critiques environnementales dont elle est l'objet et la concurrence avec les systèmes de communication à distance comme expression de liberté.
- Le retour en force de modes de vies urbains tournés vers la recherche d'urbanité. Cela se traduit en particulier par des changements dans les rythmes de vie. Les achats ont tendance à se faire plus quotidiens et moins hebdomadaires.
- Une volonté de ralentissement dans les modes de vie qui se traduit par une aspiration à abandonner le volant à cause du stress que cela entraîne. Dans ce contexte, l'aspect économique joue un rôle qu'il convient de ne pas sous-estimer. L'argent dépensé pour l'achat de téléphones, d'ordinateurs, de tablettes, de jeux en lignes ou d'applications n'est plus disponible pour se payer le permis de conduire (qui est de plus en plus onéreux dans un grand nombre de pays européens) ou a fortiori une voiture. En d'autres termes, dans les arbitrages économiques des jeunes ménages urbains, ce qui concerne l'automobile a tendance à passer au second plan.

Si le véhicule autonome est conçu de manière à respecter les canons environnementaux (énergies renouvelables, recyclage des matériaux de construction), il tendrait à répondre aux aspirations des individus sensibles à la dimension environnementale. Les qualités de la voiture autonome et en particulier l'exclusion de la conduite seraient à même de renverser les représentations négatives de la voiture actuelle. La possibilité de repos pendant le temps de déplacement ou la gestion d'autres activités seraient à même d'abaisser la sensation de rythme de vie soutenu. Le potentiel de valorisation du temps associé à des services spécifiques (connexion haut débit) et à un design modulable (espace de travail, espace de voyage) consacré à chacun des usages de la voiture pourrait encourager les individus à s'orienter vers ce type de véhicule qui répondrait à une large palette d'usages et d'activités.

1.6 Trois scénarios pour penser l'avenir de la mobilité

Comment ces différentes tendances identifiées vont-elles se développer à l'avenir?

Pour construire des scénarios, idéaux-typiques qui dessinent autant de sociétés globales plausibles car ayant une véritable cohérence intrinsèque, nous sommes partis de l'expression des besoins de mobilité à travers la capacité à se mouvoir des personnes.

Chaque personne se caractérise par une aptitude plus ou moins prononcée à se mouvoir dans l'espace, mais surtout, avec l'étendue des possibilités de franchissement de l'espace, ce potentiel peut prendre des formes très diversifiées. Un acteur, qu'il s'agisse d'une personne

ou d'un acteur collectif comme une entreprise, peut par exemple disposer d'une aptitude au déracinement d'un contexte pour s'enraciner dans un autre espace, ou au contraire être très doué pour maintenir à distance ses ancrages sociaux. En d'autres termes, le potentiel de mobilité est localisé et dépend d'un ensemble d'aptitudes, d'aspirations et de contraintes qui pèsent sur un acteur.

Nous mesurons cet ensemble d'aptitudes à travers la notion de motilité, qui se définit comme l'ensemble des caractéristiques qui permettent de se déplacer. La motilité se réfère donc aux conditions sociales d'accès (les conditions auxquelles il est possible d'utiliser l'offre au sens large), aux compétences (que nécessite l'usage de cette offre) et aux projets de mobilité (l'utilisation effective de l'offre permet de les concrétiser). Plusieurs enquêtes récentes ont permis de mesurer la motilité au niveau de la personne (Kesselring 2006, Canzler et al. 2008, Kaufmann 2011). C'est à partir de ces considérations méthodologiques que nous avons construits les scénarios.

Les scénarios proposés partent (1) des aspirations et contraintes en matière de déplacements dans leur diversité et (2) d'hypothèses relatives à l'évolution de ces opportunités et contraintes et aspirations à partir de tendances émergentes. De facto, ces scénarios sont construits selon une double logique : (1) ils partent de l'idée que toute action politique, pour être efficace, doit entrer en résonance avec les pratiques et aspirations de la population sous peine d'être inefficace ou rejetée, et (2) ils considèrent la relation entre l'offre et la demande comme une interaction se caractérisant par des effets de seuils. La notion d'effet de seuil dans les interactions entre demande et offre de mobilité permet en particulier de rendre compte des phénomènes de report modal entre l'autosolisme et l'altermobilité (en s'appuyant notamment sur les exemples de l'Allemagne, du Danemark, des Pays-Bas ou de la Suisse et des dynamiques de démotorisation des ménages urbain en lien avec des offres de transports altermodales ayant une praticité, une disponibilité spatiale et temporelle complète de l'échelle locale à l'échelle nationale).

Fort de cette approche, nous avons identifié 3 scénarios, construits sur la base de deux dimensions :

a. La forme de la demande de mobilité

D1 Accroissement de la mobilité jusqu'en 2030 en tenant compte des aspirations et contraintes. Concrètement, il s'agit de tenir compte simultanément de deux tendances contradictoires dans les évolutions actuelles :

- D1a Grande mobilité : description de la demande de mobilité en 2030 à partir d'une hypothèse de maximisation de la population touchée par la grande mobilité.
- D1b Communication à distance : description de la demande de mobilité en 2030 à partir d'une hypothèse de maximisation des activités réalisées par communication à distance.

D2 Diminution de la demande de mobilité à l'horizon 2030. . Cette tendance fait suite à l'épuisement progressif de la population avec l'accélération du quotidien impliquée par la grande mobilité et la communication à distance. Cet épuisement se traduit par le développement massif d'une aspiration à une autre qualité de vie fondée sur la volonté de prendre de temps et d'investir la proximité. En termes de mobilités, cette seconde hypothèse se traduit par une diminution de la demande de transport par personne aussi bien que par une volonté de se relocaliser plutôt que d'avoir de longs trajets à faire sur une base

quotidienne ou hebdomadaire. La communication à distance est quant à elle utilisée pour permettre d'investir davantage la proximité (télétravail en particulier).

b. Les effets de seuil de l'interaction demande - offre

H1 Tendancielle. L'automobile, utilisée par un conducteur seul, reste le moyen de transport dominant de la mobilité. En clair, le seuil qualitatif à partir duquel les alternatives à la voiture individuelle entraînent un profond changement de pratiques et de représentations n'est pas atteint.

H2 Altermobilité. La seconde hypothèse de répartition modale part du principe que les modes alternatifs à l'automobile offre une qualité suffisante pour offrir un système de transport alternatif à l'automobile complet. Leur confort, leur simplicité d'utilisation, la couverture spatiale et temporelle du territoire et leur prix font qu'ils sont largement plébiscités par la population. L'effet de seuil dans l'interaction demande – offre est atteint. Cette deuxième hypothèse implique une politique volontariste de la part des pouvoirs publics, en particulier dans le domaine de la coordination des offres et dans leur organisation.

Pour le chiffrage des scénarios en termes de volumes de flux, nous avons fait varier les variables suivantes :

- Le volume des trafics en voyageurs x kilomètres
- La répartition par motif de déplacements des voyageurs x kilomètres
- La répartition modale des voyageurs x kilomètres

Les hypothèses de variations à l'horizon 2030 sont basées sur l'accentuation de tendances existantes mesurables et/ou sur des benchmark.

a. D1 et D2 L'hypothèse de croissance versus de diminution

Pour opérationnaliser les hypothèses de croissance et de diminution à l'horizon 2030, nous sommes partis des évolutions passées sur les 20 dernières années, soit depuis 1995. Les tendances suivantes ont été considérées :

- La croissance des déplacements,
- La croissance de la communication à distance,
- Un lent report modal de l'autosolisme vers les altermobilités,
- La croissance du chaînage des déplacements et de la multimodalité,
- Le développement progressif des grandes mobilités,
- L'attrait renouvelé de l'habitat urbain.

Pour l'hypothèse de croissance D1, nous avons cherché à radicaliser les tendances émergentes en matière de formes de mobilité en ayant deux hypothèses contrastées : D1a maximisation de la grande mobilité et D1b maximisation de la communication à distance, ce qui permet de disposer d'un faisceau d'évolution tendancielle des formes de mobilité à l'horizon 2030 entre des flux minimum (communication à distance) et des flux maximum (grande mobilité) :

- Pour l'hypothèse D1a, nous admettons un accroissement fort des mobilités de longues distances. A partir des données de l'enquête longitudinale Jobmob, qui

mesure 14% d'actifs grands mobiles en 2012, et compte tenu de la structure du marché de l'emploi, nous considérons que ce pourcentage peut doubler à l'horizon 2030, pour atteindre 28% des actifs.

- Pour l'hypothèse D1b, nous admettons une diminution de la mobilité pour certains motifs. Le développement des services en lignes permet de réaliser nombre d'achats d'approvisionnement et le télétravail partiel se développe, entraînant une baisse des déplacements pour motif achats de l'ordre de 30%. Un actif sur deux le pratique à des degrés divers, ce qui représente une baisse des déplacements pour motif travail de l'ordre de 20%.

Pour l'hypothèse de diminution D2, nous considérons que la mobilité redevient plus tournée vers la proximité. Cette hypothèse constitue une rupture dans la mesure où elle implique une forme de rejet de la mobilité intensive et de l'accélération du quotidien qui l'accompagne, au nom d'une qualité de vie retrouvée. Pour l'opérationnaliser, nous proposons une forte baisse des mobilités de longue distance (voyages et mobilité quotidienne) et un raccourcissement des budgets-temps de déplacements.

b. H1 et H2 L'hypothèse d'évolution autosoliste versus altermobile

Pour opérationnaliser les hypothèses autosoliste et altermobile, nous considérerons les interactions entre l'offre et la demande de mobilité, et plus particulièrement le passage d'un effet de seuil correspondant au passage d'une offre de transport altermobile de type « charter » à une offre de type « mobilité ». En suivant Stohler (1993), on peut en effet distinguer deux concepts opérationnels d'intégration d'une offre altermobile: le concept « charter » et le concept « mobilité ».

- Le concept « charter ». L'offre altermobile se concentre sur les grands segments de point à point entre des pôles urbains. L'offre varie par rapport à la demande, sur les saisons, les jours de la semaine et les heures du jour. Les horaires sont variables et suivent principalement les contraintes techniques et les besoins du marché.
- Le concept « mobilité ». L'offre se caractérise par la régularité et vise à couvrir l'ensemble des maillons de la chaîne de transport. L'idée est que les différents moyens de transports (bus, tram, train, autocar, covoiturage, etc.) forment ensemble un système de transport complet.

Passer du concept « charter » au concept « mobilité », pour entraîner un report modal suppose de permettre le déploiement de modes de vie dans lesquels le recours à l'automobile est assez limité. Des enquêtes récentes menées par le CEREMA (Certu) indiquent qu'une telle aspiration s'est développée dans la population française depuis une vingtaine d'années, mais peine à se traduire dans les comportements de déplacement faute d'offre adéquate. Pour qu'un mode de vie puisse se construire à partir des modes altermobiles, les offres doivent être intégrées dans les quatre domaines suivants (Blome et al. 2008) :

- L'intégration des réseaux en termes d'organisation des lignes. La manière dont sont conçues et articulées les différentes lignes des réseaux définit assez largement l'intégration de l'offre. Les nœuds de correspondance entre services ferroviaires grandes lignes, ferroviaires et bus régionaux, tram, métro, bus urbains, station d'autopartage, etc. sont particulièrement importants de ce point de vue.
- L'intégration des horaires qui garantit des correspondances entre les différents modes et permet le chaînage des moyens de transports.
- L'intégration tarifaire qui permet de voyager porte-à-porte avec un seul titre de transport.

- L'intégration informationnelle permet au voyageur de planifier son voyage de porte-à-porte, soit à la station de départ, soit à la maison.

Pour l'hypothèse autosoliste H1, nous considérons qu'en 2030, la France et la Suisse disposent d'une offre altermobile de type « charter » et qu'en conséquence, l'automobile continue à dominer le partage modal des flux de mobilité, qu'il s'agisse de voiture à conduite automatique, de voiture électrique ou de voiture thermique « classique ». Pour cette hypothèse, nous poursuivons donc la tendance actuelle du partage modal jusqu'en 2030, sans inflexion particulière.

Pour l'hypothèse altermobile H2, nous considérons qu'en 2030, la France et la Suisse disposent d'une offre altermobile de type « mobilité » d'une qualité suffisante pour dépasser le seuil à partir duquel la population modifie progressivement ses habitudes modales. Un report modal continu se développe dès 2020, il se traduit aussi par une accentuation marquée de la démotorisation des ménages urbains.

Nous avons décidé de nommer les trois scénarios résultats du croisement de ces deux dimensions avec les termes « ultramobilité », « altermobilité » et « proximobilité ».

La logique de ces trois scénarios est cumulative. Le scénario « ultramobilité » est tendanciel (D1+H1). A cette tendance, on ajoute en surplus une révolution modale pour le scénario « altermobilité » (D1+H2), puis, pour le scénario « proximobilité », on considère à la fois le développement des altermobilités et le retournement de la valorisation de la mobilité vers une appréciation plus positive de la proximité (D2+H2).

Le scénario « ultramobilité » :

Ce scénario part de l'idée que l'accroissement à la pendularité de longue distance se poursuit et fait de l'Europe, une métropole dont les villes sont les quartiers. Dans ce premier scénario, les personnes se déplacent au quotidien pour aller travailler et pour les loisirs, à travers tout le pays, la coprésence reste le socle des relations sociales. En même temps, les ménages sont sédentaires dans le sens où ils ne déménagent plus d'une région à l'autre du pays pour se rapprocher de leur lieu d'activité. L'armature de base de la métropole est constituée par une offre très dense de chemins de fer offrant des capacités de transports très développées.

Dans ce scénario, la mobilité quotidienne est très intense. L'utilisation des moyens de transports permettant de disposer de son temps de déplacement connaît un développement très marqué car ils correspondent aux dispositions de la population. Les Big Data pourraient aussi permettre l'amélioration de l'information aux usagers et à en améliorer l'efficacité énergétique (Chandesris, Ganansia, Remy, 2017) ce qui pourraient contribuer à améliorer leur attractivité. Il s'agit du train, bien sûr, mais aussi de la voiture à conduite automatique si elle se développe et des transports publics urbains. Les investissements dans les réseaux de transport restent centraux, leur enjeu principal est en particulier d'assurer de très grandes capacités de transports tout en préservant le confort durant le voyage. De plus, certaines transformations liées au *Big Data* dans les transports pourraient permettre une exploitation du réseau de transports en commun avec une plus grande finesse, d'optimiser les cadences, la gestion du trafic et donc limiter les risques de congestion dans les trains et dans les lieux d'attente. Les données recueillies par des capteurs dans les trains, dans les gares ou lors des validations des titres de transports permettrait une réponse en temps réelle aux besoins des usagers des transports publics (Malaurent, 2017).

Concernant la forme de la mobilité et sa traduction en volume de flux, nous avons deux hypothèses :

- Pour D1a (hypothèse maximisation de grande mobilité) : + 15% voyageurs x kilomètres.
- Pour D1b (hypothèse maximisation de la communication à distance en substitution de déplacements) : - 10% voyageurs x kilomètres.

Pour l'affectation modale, nous partons du principe que celle-ci ne change qu'à la marge. Nous poursuivons la tendance au très lent report modal de l'autosolisme vers les modes altermobiles constatés durant la dernière décennie en France et affectons les augmentations de voyageurs x km aux modes rapides (compte tenu de la tendance à l'accroissement de la grande mobilité que contient la moyenne entre les hypothèses D1a et D1b) : pour moitié à l'automobile et pour moitié aux modes de transports collectifs.

Le scénario « Altermobilité » :

Ce scénario part de l'idée que les tendances actuelles qui vont vers l'accroissement de la grande mobilité ne sont qu'une phase de transition avant la substitution massive des déplacements des personnes vers la communication à distance. La coprésence physique des êtres dans un même espace n'est plus le socle unique des relations sociales.

Skype et la vidéoconférence permet la coprésence. On ne se déplace plus, ou beaucoup moins, pour le travail ou les loisirs, mais on fait venir chez soi le travail et de nombreuses activités de loisirs. Le travail connecté depuis chez soi se développe, de même que les achats en ligne (meubles, livres, films) et les services à domicile comme les restaurants qui livrent à domicile, mais aussi les banques, les services publics, etc. Dans ce scénario, ce sont les biens et marchandises qui voyagent. Le développement des imprimantes 3d est associé à ce deuxième scénario.

La mobilité quotidienne est essentiellement composée de déplacements de loisirs. Les autres motifs, en particulier le travail, les études et les achats diminuent substantiellement en volume, car ils sont en partie remplacés par de la communication à distance. Dans ce scénario, les données recueillies par les requêtes d'itinéraires que les individus réalisent sur internet et sur les applications mobiles pourraient permettre d'anticiper la demande lors de grands événements (ex. concerts, tournoi sportif, etc.) qui nécessitent une coprésence physique. Ces phénomènes d'anticipation ne sont pas négligeables, en Ile-de-France près de 40% des requêtes sont réalisées la veille du jour où le trajet est planifié. Même si les requêtes d'itinéraire ne reflètent qu'une partie des souhaits de mobilité et qu'elles doivent être interprétées avec prudence, il semble pour l'instant que les trajets planifiés sont cohérents avec les caractéristiques connues de la mobilité (Chandesris, Ganansia, Remy, 2017).

Dans ce deuxième scénario, les heures de pointe s'écrêtent fortement, à l'exception de celles qui sont liées aux déplacements de loisirs (les départs en vacances, retours de weekend, fêtes de fin d'années, etc.). La vitesse de transport n'est plus un enjeu central dans la mesure où la vitesse est obtenue par l'ubiquité de la communication à distance.

Ce deuxième scénario part de deux hypothèses de formes de mobilité, D1a et D1b sont associés à un report modal vers les modes alternatifs à l'autosolisme grâce à des offres intégrées de grande qualité permettant de déployer un mode de vie en ayant un recours très modéré à l'automobile.

Pour l'affectation modale, nous partons du principe qu'une offre de porte-à-porte existe en France et en Suisse, permettant de disposer d'une solution de mobilité autre que l'automobile autosoliste pour se rendre à peu près partout sur le territoire. Pour en rendre

compte et compte tenu du manque de capillarité actuel des réseaux de bus, par rapport au scénario « Ultramobilité », nous avons affecté le report modal aux modes autobus et autocar, ainsi qu'aux modes partagés, comme l'autopartage et le covoiturage. Nous avons également admis un « effet réseau » de la stratégie mobilité qui entraîne une augmentation de fréquentation de l'ensemble des modes de transports collectifs (effet constaté dans plusieurs pays européens suite à la mise en place d'une offre intégrée).

Le scénario « Proximobilité » :

Ce scénario part de l'idée que la proximité va devenir très valorisée, ainsi que la lenteur. Par rapport aux tendances actuelles, il constitue une double rupture : par rapport à l'essor des grandes mobilités et par rapport à l'essor de la communication à distance. Ces deux pratiques sont progressivement rejetées pour la pauvreté de la vie sociale et la fatigue qu'elles impliquent toutes deux. Les réseaux de transports et de communication à distance deviennent plus secondaires dans la construction des modes de vie. Le logement prend par contre de l'importance.

Dans ce troisième scénario aussi, l'investissement dans les réseaux de transports devient secondaire. Les déplacements de proximité gagnent par contre en importance. Au niveau de la mobilité quotidienne, si la structure des motifs et des horaires de déplacements ne connaissent pas un grand bouleversement, en revanche la portée spatiale de ces déplacements et le budget-temps de déplacements de la vie quotidienne décroissent.

Le troisième scénario renvoie directement aux travaux du philosophe et sociologue allemande Hartmut Rosa. Il correspond à celui de "l'urbanité sobre" proposé par Jacques Theys et Eric Vidalenc dans leur rapport de prospective pour le Commissariat au développement durable "Repenser les villes dans les sociétés post-carbonne" (Ministère de l'écologie 2013a). Il est aussi proche de celui de vie locale de Jon Urry dans Post-petroleum (Urry 2014).

Ce scénario prend comme point de départ un certain nombre de tendance repérable actuellement dans différents pays occidentaux, à savoir :

- La part de plus en plus importante de moins de 25 ans sans permis de conduire
- La recherche de la qualité de vie et le développement des mobilités locales portées par des modes « lents », comme le vélo ou la marche.
- La revalorisation de la vie urbaine depuis le début des années 2000.

Ce scénario prend aussi comme point d'ancrage le fait que malgré le développement des mobilités à longue distance, l'accroissement des vitesses moyennes de déplacements permettant des modes de vie multi-locaux, etc. l'ancrage locale reste une valeur extrêmement forte encore aujourd'hui.

Concernant la forme de la mobilité et sa traduction en volume de trafic, ce scénario postule une baisse des prestations de trafic. Celle-ci se construit par une diminution des budgets-temps de transport et une substitution des mobilités réversibles (pendularités, grandes mobilités) vers les mobilités irréversibles (migrations inter-régionales) et une valorisation de la présence et l'immersion dans le monde local plutôt que des déplacements rapides, lointains et fréquents. Pour concrétiser ce scénario, nous avons admis une baisse de -20% des voyageurs x kilomètres à l'horizon 2030.

Pour l'affectation modale, nous partons du principe qu'une offre de porte-à-porte existe en France et en Suisse, permettant de disposer d'une solution de mobilité autre que l'automobile autosoliste pour se rendre à peu près partout sur le territoire. Pour en rendre

compte et compte tenu du manque de capillarité actuel des réseaux de bus, nous avons affecté le report modal aux modes autobus et autocar, ainsi qu'aux modes partagés, comme l'autopartage et le covoiturage. Nous avons également admis un « effet réseau » de la stratégie mobilité qui entraîne une augmentation de fréquentation de l'ensemble des modes de transports collectifs (effet constaté dans plusieurs pays européens suite à la mise en place d'une offre intégrée).

2. Qualités recherchées dans la mobilité

Afin de nourrir les scénarios proposés dans le cadre de la première partie qui rend compte des évolutions des comportements et des pratiques de mobilité, cette seconde partie tend à dégager les qualités attendues par les usagers quant à la mobilité. Les éléments les plus saillants seront mobilisés dans la troisième partie de ce rapport afin d'étayer les scénarios et projeter les pratiques et usages associés à la voiture autonome.

La croissance de la mobilité produit un besoin d'innovation, une évolution des usages, des outils et des imaginaires de la mobilité (Amar, 2016). Le rythme de l'adoption de la voiture autonome n'est pas encore clair et dépend de la disponibilité des individus à faire face à un changement de comportement majeur. Après deux décennies de processus d'adoption, on s'attend à ce que dans les années 2040 la circulation soit principalement automatisée. Il y aura éventuellement plusieurs évolutions dans la mobilité personnelle pour les sociétés basées sur les voitures autonomes, par rapport à celle actuelle basée sur les voitures humaines. Cependant, il faut attendre l'expérience initiale des voitures autonomes par le public afin de voir si les voitures autonomes seront davantage utilisées comme véhicule personnel ou si elles seront considérées comme un mode de déplacement semblable au transport public (Kellerman, 2017 à paraître). Nous allons dans cette première partie détailler les qualités recherchées dans les déplacements des individus, qu'ils soient personnels ou collectifs.

2.1 Le prix

Les comportements de déplacements sont le plus souvent interprétés en termes de rationalité économique. La rationalité économique de l'individu, étroitement liée à une approche utilitariste, est en effet souvent retenue dans les études analysant les pratiques modales. (Munafò et al., 2015). L'économie des transports applique alors la logique de l'*homo oeconomicus* au sein du marché des transports pour caractériser les comportements de déplacement. L'action du déplacement est alors considérée sous l'angle quasi exclusif de l'individu (Petit, 2002). Cette approche suppose que l'utilisateur choisit ses modes de transport selon deux caractéristiques : le temps et l'argent. Dans ce cas, l'explication renvoie à l'efficacité comparée des modes de transport. La vitesse et la rapidité de l'automobile serait alors à l'origine de son utilisation préférentielle (Munafò et al., 2015). Or, les aptitudes à se déplacer dans la vie quotidienne ne sont pas réductibles à la minimisation des temps de déplacements et à la comparaison des prix. Des facteurs relatifs aux systèmes de valeur et aux habitudes jouent un rôle essentiel dans les pratiques modales (Munafò et al., 2015). En effet, l'offre de transport est un levier nécessaire mais pas suffisant pour favoriser l'usage d'autres modes que l'automobile. L'usage d'un mode paraît la combinaison de plusieurs logiques d'action. Les logiques potentiellement explicatives des pratiques modales sont la rationalité économique, la rationalité en valeur (la préférence), la rationalité perceptive (le ressenti) et les habitudes (Kaufmann, 2003). Jérôme Petit propose aussi d'envisager des formes d'interprétation complémentaires de la mobilité en insistant sur la subjectivité de l'individu. Les concepts et outils de la géographie sociale en considérant l'individu comme un acteur social permettent d'adopter une vision alternative du déplacement. La mobilité est alors une action qui se caractérise par le sens que les acteurs lui attribuent (Petit, 2002). Bien que l'individu n'oriente pas ses choix de mobilité uniquement en fonction d'une logique

comparative qui prend en compte les coûts économiques et temporels, ces éléments doivent être intégrés dans la réflexion associée à une orientation potentielle des usagers vers la voiture autonome. Ainsi, ces deux formes de coût doivent se situer à la hauteur de ceux communément acceptés par les utilisateurs de voiture individuelle ou de TC. Par ailleurs la voiture autonome doit présenter une valeur ajoutée soit en termes de coût d'entretien, de coût énergétique (carburant) ou de valorisation économique du temps (activité productive pendant le temps de déplacement).

2.2 Le confort

Les lieux ne peuvent se réduire à leurs propriétés matérielles, ils sont chargés de significations liées aux représentations qu'on s'en fait. Le chez-soi ou ici, la voiture individuelle constitue d'abord un lieu de mise à distance d'autrui et de refuge face aux menaces extérieures. Le caractère de refuge du chez-soi témoigne en partie du sentiment de contrôle éprouvé dans un espace où on fait l'expérience d'un haut degré d'emprise. Le chez-soi participe à la définition de l'identité de l'individu, il participe à la spatialisation de l'identité. La voiture et plus particulièrement l'habitable, peut donc constituer un espace de représentation et un lieu d'émergence du sentiment d'être chez-soi en termes d'attitudes à l'égard de l'automobile, d'appropriation et d'indices d'un vécu de cet espace sans lien direct avec la mobilité (Dubois, Moch, 2006). L'auteur distingue deux formes de chez-soi automobile. La première présente la voiture comme le prolongement mobile du logement, une extension permettant d'en conserver la chaleur, le ressenti, en offrant le plaisir de stimulations nouvelles. Dans la seconde le vécu s'associe à un espace à fort résonance affective et identitaire, l'espace est investi de soins, de différents aménagements au travers desquels le conducteur cherche à exprimer ses valeurs (objets de décoration par exemple) (Dubois, Moch, 2006). Pour la voiture, une appropriation de l'espace est en effet fréquemment observée. L'automobiliste qui est habitué à un certain niveau de confort quand il utilise son véhicule personnel a du mal à abandonner son automobile. (Rubens et al., 2011). La voiture sert à d'autres fonctions que les aspects pratiques et fonctionnels de la mobilité. Les attentes vis-à-vis de la voiture sont sous-tendues par un ensemble d'attitudes affectives et symboliques. La voiture personnelle incarne ainsi des valeurs de refuge à travers les fonctions d'abri, de siège de l'intimité et de la familiarité et de support identitaire (Dubois, Moch, 2006). Le sentiment d'être comme chez-soi en voiture peut se traduire par la transposition de comportements empruntés à la sphère domestique, tournés vers la convivialité (se parler en roulant, téléphoner en roulant, par exemple) et le corps (se raser/ se maquiller à l'arrêt par exemple, faire une sieste), et une impression d'aise au volant (Dubois, Moch, 2006). Au contraire, les raisons citées pour ne pas utiliser les transports publics sont liées au voyage en collectif (odeurs, promiscuité, etc.), au coût du titre de transport, à la durée trop importante du déplacement. La fréquence de passage insuffisante (notamment en heures creuses) peut aussi être mentionnée (Munafò et al., 2012).

Une logique d'action concernant les comportements de mobilité est liée au système de valeurs. L'utilisation de la voiture personnelle découlerait dans ce cas d'un désir préférentiel de son utilisation par rapport à d'autres modes. Conduire son propre véhicule et se mouvoir dans l'espace privé de l'habitacle permettent l'individualisation et font de l'automobile un symbole fort de liberté. (Munafò et al., 2015). De nombreux argumentaires présentent la voiture individuelle comme un instrument de liberté. Il existe en effet une mythologie de l'automobile associée à des sentiments de liberté, de puissance (Petit, 2002). Quelques

inconditionnels expriment aussi un attachement particulier à l'automobile en tant qu'objet. L'automobile peut en effet aussi se révéler un signe de distinction permettant d'affirmer son existence et son statut social (Munafò et al., 2015). La dimension d'indépendance et de liberté de l'automobile est liée à un fort sentiment de contrôle, d'une maîtrise physique du véhicule et une impression de contrôle de la situation de conduite liée à une autoévaluation des capacités de conduite. Le chez-soi automobile conduit à un ressenti d'aise important. Dans cette perspective, le contrôle semble un élément déterminant, il donne au. à la conducteur.trice un sentiment de maîtrise de l'environnement ainsi que de la situation. La prise de contrôle sur l'espace peut améliorer le ressenti au volant. (Dubois, Moch, 2006). Mais plusieurs études liées au jugement comparatif montrent que trop de contrôle peut nuire à la sécurité routière. (Dubois, Moch, 2006). Par ailleurs, il semble que les considérations pratiques de sécurité, parallèlement à la perception de la sécurité par les passagers, ont entraîné des politiques contraignantes concernant l'adoption éventuelle d'une automatisation complète pour les différents modes de transport public. L'automatisation des trains de marchandises implique moins de dimensions opérationnelles, car il n'est pas nécessaire de faire attention à la fermeture de la porte dans de nombreuses stations (Kellerman, 2017 à paraître). Le vécu peut être différent en fonction du moyen de transport, notamment entre la voiture et les transports en commun. Les individus se sentent davantage en position de contrôle dans la voiture que dans les transports en commun, et cinq minutes passées dans les embouteillages sont mieux vécues qu'un retard de train de cinq minutes, pour le retard du train il y a quelqu'un à blâmer (Freudendal-Pederson, 2007). Cette dimension de contrôle disparaît donc dans le cas des voitures autonomes. Les critères d'appréciation 'gestion du temps', 'contrôle', 'confort', 'indépendance', 'bien être', 'plaisir', 'désagrément', 'seul' recueillent des scores plus élevés lorsque les participants utilisent leur voiture. Ainsi, les arguments choisis pour justifier l'utilisation de la voiture sont positifs et pour la plupart symboliques. Ils sont liés au confort, à une plus grande sensation de contrôle sur la situation, ils sont liés au sentiment de liberté et d'indépendance. Ces aspects permettent un bénéfice individuel important. Les raisons évoquées pour utiliser la voiture sont plus nombreuses que celles justifiant l'usage des transports publics. L'indice plaisir est fortement plus élevé pour la voiture. (Rubens et al., 2011). La voiture jouit d'une image très positive. Les adjectifs 'pratique' et 'rapide' figurent, dans les trois villes, Genève, Lausanne et Berne, parmi les adjectifs les plus cités par les sondés (Munafò et al., 2015). Cependant, la possession d'un véhicule crée pour son/sa propriétaire une sorte d'obligation implicite à l'utiliser (Freudendal-Pederson, 2007). La voiture peut alors être considérée comme une obligation contraignante, la contrainte provient parfois du déplaisir de l'acte de conduire (il s'agit d'un aspect d'ordre plus psychologique que social mais paraît conditionner en partie l'expérience sociale de la voiture particulière) (Petit, 2002). Le déplaisir de conduire vécu comme contrainte disparaît dans le cas de la voiture autonome. Entre les enquêtes de 1994 et 2011, l'apparition de l'adjectif polluant est à noter. Les perceptions négatives de la voiture sont liées à son aspect 'polluant' et 'cher' (Munafò et al., 2015). Au contraire de la voiture individuelle, les transports en commun ont une image globalement moins positive que celle de la voiture. Ils sont considérés surtout comme 'pratiques' et 'écologiques'. Et parfois 'confortables', 'sûrs' et 'rapides'. L'image des transports collectifs se construit autour des notions de contraintes de ligne et d'horaires (Munafò et al., 2015). Le premier adjectif cité par les sondés pour les transports collectifs est 'pratique' dans les quatre villes de Genève, Lausanne, Berne et Yverdon-les-Bains. L'inconfort et la cherté sont aussi soulignés. Les adjectifs cités varient selon la fréquence d'utilisation des moyens de transport. Les utilisateurs réguliers des transports publics mettent en avant la rapidité et la dimension écologique alors que ceux qui ne l'utilisent jamais insistent sur l'inconfort, la contrainte, la

lenteur et la cherté. (Munafò et al., 2012). Dans une autre étude, les critères 'économie', 'stationnement', 'accidents', 'environnement', obtiennent les meilleurs scores dans le cas de l'utilisation des transports en commun. Ainsi, les transports en commun sont perçus comme permettant de préserver l'environnement, d'éviter les accidents et les problèmes de stationnement et de faire des économies. Leur utilisation est plutôt liée à des bénéfices collectifs (moins importants aux yeux des individus) (Rubens et al., 2011). Cependant, les personnes n'utilisant pas les transports collectifs peuvent ressentir une inadéquation par rapport aux représentations des bonnes pratiques de déplacement, largement diffusées, qui valorisent le transport en commun et se manifestent dans les politiques urbaines contemporaines (Petit, 2002). La majorité des personnes interrogées préfèrent ainsi la voiture individuelle aux transports en commun. Cela peut s'interpréter comme l'expression d'une triade de valeurs propres aux sociétés occidentales : la vitesse, l'individualisation (le déplacement en voiture est réalisé seul.e ou avec des passagers.ères choisi.es) et la privatisation (le déplacement est réalisé dans un espace privé sous contrôle) (Kaufmann, 2003).

2.3 Efficacité et rapidité

Les transports en commun n'offrent pas de continuité de service dans l'espace-temps, contraignent à des changements de ligne et à des horaires et impliquent un déplacement en commun dans un espace public. L'automobile est considérée comme rapide parce qu'elle permet généralement de se déplacer rapidement d'un point à l'autre mais aussi parce qu'elle est toujours disponible pour son/sa propriétaire et confortable (Kaufmann, 2002). Bien que l'amélioration du temps de déplacement global et notamment la coordination des offres (avec le train par exemple) peut favoriser l'usage des transports publics (Kaufmann, Stähli, Witter, 2015), l'usage des transports en commun est conditionné par les conditions d'utilisation de la voiture individuelle et non par la qualité de l'offre de transport en commun. (Kaufmann, 2003). La confusion entre la situation (la voiture est souvent plus rapide) et l'explication (la voiture est utilisée car elle est plus rapide) explique pourquoi les investissements dans la construction des nouvelles infrastructures de transports publics ne produisent pas d'importants reports modaux depuis l'automobile (Kaufmann, 2003). Lorsque l'automobile est dans les faits plus rapide, elle est effectivement utilisée, par contre, lorsque le transport public est dans les faits plus rapide, il est seulement utilisé dans moins de 50% des cas à Genève. Pour le choix modal, la perception du temps de déplacement apparaît donc plus importante que le temps de déplacement effectif. Néanmoins, il est à noter que dans certains cas singuliers, comme le cas francilien, où l'utilisation de la voiture individuel est particulièrement contraint notamment à cause des congestions récurrentes et de la limite des places de stationnement, les conducteurs qui se situent en dehors de la rationalité économique (en temps et en argent) sont très peu nombreux (Massot et al., 2004). Ces usages sont donc fortement liés aux conditions de stationnement sur le lieu de travail et ceci indépendamment des temps de déplacements comparés. Pour expliquer les pratiques modales, la variable stationnement apparaît plus importante que la comparaison des temps de déplacement (Kaufmann, 2002). La voiture individuelle devient en effet une charge quand les programmes d'activités se déroulent exclusivement en ville (Petit, 2002). Devoir stationner son véhicule sur la voie publique constitue un frein important à l'utilisation fréquente de l'automobile (Munafò et al., 2015). A Genève, les embouteillages (à 73%) et la recherche d'une place de stationnement (à 61%) se révèlent les deux principales

raisons de ne pas utiliser la voiture particulière. Le coût du stationnement est aussi cité à Lausanne (à 34%) (Munafò et al., 2012). Lorsqu'il y a disposition d'un stationnement réservé sur le lieu de travail, il y a utilisation de l'automobile indépendamment de la comparaison des temps de déplacements (Kaufmann, 2003). De plus, la perception des durées limite la rationalité en fonction du temps. Les biais de perception des temps de déplacement proviennent notamment de processus d'auto-valorisation de ses propres pratiques, ainsi presque toutes les personnes qui utilisent un moyen de transport considèrent qu'ils minimisent leur temps de déplacement. (Kaufmann, 2003). Il semble cependant que nous avons encore insuffisamment de recul sur les perceptions des temps de déplacement. Ce peu de recul conjugué à un manque de données sur la perception des temps de déplacement rendent le jugement délicat. Dans une autre enquête, les 'raisons pratiques' et la 'meilleure gestion du temps' sont les caractéristiques qui recueillent les scores les plus élevés, quel que soit le mode de transport utilisé. Les participants ont en effet tendance à toujours considérer leur mode comme le plus pratique et le plus rapide (Rubens et al., 2011).

2.4 Potentiel d'utilisation du temps

Un a priori d'une rationalité de l'utilisateur vis-à-vis du temps de déplacement est souvent postulé dans le champ des transports. La minimisation du temps de déplacement est le principal facteur à l'origine des pratiques modales est alors le postulat premier. Ce postulat suppose que les temps de déplacement représentent des interstices que l'utilisateur cherche à minimiser. Des chercheurs supposent au contraire que la mobilité est un temps social à part entière, avec ses propres qualités. Les temps de déplacement domicile-travail en transport en commun sont souvent considérés comme une occasion d'exercer une activité autre que le transport (lecture, écriture, etc.). Le temps de déplacement en voiture personnelle apparaît aussi comme un temps de sociabilité. Ces recherches invalident la conception interstitielle de la mobilité et en ferait une activité centrale de la vie quotidienne (Kaufmann, 2002). La perception du temps de ne se mesure pas mécaniquement, elle est intensive par essence, et traduit la façon dont il est vécu, le temps se révèle long lorsqu'on s'ennuie et on ne le voit pas passer lorsque l'activité est intéressante (Kaufmann, 2002). Les temps de déplacement en voiture sont grandement sous-évalués alors que ceux en transport en public sont assez fortement surévalués. Les transports en commun sont souvent considérés par un certain nombre de personnes comme moins rapides que l'automobile alors qu'ils sont équivalents, voire plus courts. Les biais de perception des temps de déplacement en transport en commun sont associés à la fréquence d'utilisation de ce mode, les utilisateurs quotidiens ne perçoivent pas le temps de déplacement de façon systématiquement biaisé alors que les personnes qui ne l'utilisent jamais surestiment très fortement ce temps. La surestimation du temps de déplacement est d'autant plus forte que le nombre de correspondance est élevé. (Kaufmann, 2002) Ces résultats suggèrent des cadres sociaux de perception des temps de déplacement différents pour la voiture individuelle et les transports en commun. Le temps de déplacement en voiture est qualifié de façon plus positive que le temps de déplacement en transport en commun. Parmi les huit qualificatifs souvent cités pour l'automobile, trois ont trait au temps de déplacement ou à son contenu : rapide, rend autonome, confortable. Le transport public est qualifié de lent, contraignant et imposant la promiscuité (Kaufmann, 2002). L'amélioration du confort et notamment la certitude d'avoir une place assise et de pouvoir utiliser son temps de déplacement peut favoriser l'usage des transports publics. (Kaufmann, Stähli, Witter, 2015). Lorsque le temps de déplacement permet une activité

(conduire, lire, téléphoner, etc.) il est représenté comme libre et passe plus vite, au contraire, les temps non occupé apparaît comme une longue attente (Kaufmann, 2002). L'appropriation du véhicule s'associe à des comportements sans rapport avec la mobilité et empruntés à la sphère domestique et du travail (Dubois, Moch, 2006). Les smartphones et tablettes ont donné une nouvelle valeur au temps passé dans les transports publics, en faisant des véhicules des lieux de travail ou de communication ou de distraction (Munafò et al., 2015). Les vécus de la mobilité sont meilleurs pour les 'pendulaires' qui utilisent les transports publics car ils peuvent réinvestir leur temps (Ravalet et al., 2015). Gagner du temps ne signifie pas aller plus vite mais tirer parti du temps de déplacement, soit en profitant des proximités spatiales offertes par le trajet (pour boire un café, faire une course, etc.), soit en profitant du trajet lui-même (pour manger, téléphoner, lire, etc.) (Kaufmann, 2002).

2.5 Couverture spatiale et disponibilité temporelle

Une typologie de la motilité a été construite. Un type, la motilité limitée par les accès, se caractérise par une localisation résidentielle disposant d'une faible accessibilité automobile et aux transports publics et la disposition d'une voiture, est très présent en France, pays encore marqué par la centralisation et de larges parties du territoire à faible densité (Kaufmann, Stähli, Witter, 2015). La variable disponibilité spatiale apparaît en effet comme la condition indispensable des transports publics, car elle définit la possibilité même d'utiliser ce moyen de transport, sans desserte pas d'utilisation (Kaufmann, Stähli, Witter, 2015). De plus, le transport public demande fréquemment à être complété par d'autres modes, comme la marche à pied, c'est en effet rare d'avoir un arrêt devant sa porte. E. Ravalet et al. (2015) soulignent quant à eux l'importance du temps dans les activités humaines et en particulier pour ce qui concerne l'accès. Les services de transport fonctionnent selon des horaires susceptibles de s'imposer aux acteurs, le travail de nuit implique le plus souvent un déplacement en voiture personnelle. Les auteurs soulignent ainsi que l'accès ne doit ainsi pas uniquement être pensé en termes d'accès physique mais aussi en termes d'accès temporel avec des horaires restrictifs. L'irrégularité des rythmes de vie n'est en effet pas favorable à la construction d'habitude de déplacement fondées sur les transports en commun (Petit, 2002). Une amélioration de la disponibilité temporelle est de nature à rendre les transports en commun plus attractifs (Kaufmann, Stähli, Witter, 2015). Un des freins à l'utilisation du transport en commun, est en effet la qualité de service jugée insuffisante pour une utilisation quotidienne. Les horaires sont présentés comme peu attractifs et trop peu connus (Petit, 2002). L'offre cadencée par exemple permet aussi une continuité sur l'ensemble de la journée et en soirée (avec renforts en heure de pointe si nécessaire) ce qui garantit à l'utilisateur une liberté de mobilité dans le réseau. Une offre cadencée se traduit par un accroissement de l'attractivité des transports publics pour les déplacements de la vie quotidienne (y compris pendularité de longue distance ou bi-résidentialité) (Kaufmann, Stähli, Witter, 2015).

2.6 Simplicité d'usage (prévisibilité, souplesse, flexibilité, intégration billettique)

La relation entre l'offre et la demande ne relève pas d'une causalité simple et il n'est souvent pas possible de déterminer un seul facteur déclencheur. L'approche choisie par les auteurs consiste à considérer qu'entre l'offre et la demande se situe la personne, elle capte les possibilités proposées par l'offre et les transforme en déplacement selon une logique propre à chaque contexte (Kaufmann, Stähli, Witter, 2015). Dans la typologie de la motilité construite, le type motilité limitée par les compétences se caractérise, entre autres, par des compétences en matière de mobilité assez limitées pour tout ce qui ne relève pas du routinier. Ce type est aussi très présent en France. Ceci est la traduction que dans ce pays les horaires des transports publics sont souvent complexes et non systématiques et demandent plus de compétences pour être compris. L'utilisation pour ce type est faible en France ce qui s'explique par le caractère peu lisible et non systématique du système de transport publics (Kaufmann, Stähli, Witter, 2015). Les compétences en matière de mobilité correspondent notamment à la compréhension des réseaux et à la connaissance des alternatives en cas de grève (Ravalet et al., 2015). Ces compétences nécessitent un apprentissage, les pratiques de mobilité les plus sophistiquées demandent en effet une mise à jour perpétuelle des 'connaissances de mobilité' (Jensen, 2006). L'amélioration de la lisibilité de l'offre, sa simplicité et sa standardisation favorisent l'acquisition de compétences d'usage en matière de transports publics et d'améliorer l'appropriabilité de l'offre. L'amélioration de la lisibilité de l'offre et de la disponibilité temporelle aura pour effet d'adopter des modes de vie dans lesquels ces éléments d'offre sont importants (Kaufmann, Stähli, Witter, 2015). Utiliser les transports en commun nécessite de s'informer sur les conditions du service et de penser le déplacement de façon explicite. Cet effort d'information est un grand frein à l'utilisation des transports en commun. La voiture individuelle permet au contraire l'immédiateté de la décision et ne suppose aucune préparation (Petit, 2002). La voiture est donc présentée comme une solution de facilité, à laquelle on prend goût, dans la mesure où elle ne demande pas d'effort de préparation pour l'organisation de ces trajets (Petit, 2002).

Les moyens de transports en commun nécessitent des interfaces avant et après voyage entre les fournisseurs et les passagers pour chaque voyage. Ces procédures comprennent les réservations, l'achat de billets et l'entrée et la sortie par le métro, l'aéroport et les portes de train, ou par les portes de bus. Ces procédures en train ainsi que dans de nombreuses stations de bus sont proposées aux passagers par l'intermédiaire de machines automatiques de vente de billets et de portes automatisées. L'industrie de la réservation de vols, qui fonctionnait uniquement par l'intermédiaire d'agences de voyages, a déménagé ces dernières années sur le Web, offrant en ligne et donc des services de voyage entièrement automatisés aux clients (Kellerman, 2017 à paraître). Un système pour prendre des billets trop compliqué pourrait être difficilement gérable pour des personnes répondant au type motilité limitée par les compétences.

Une logique d'action concernant le choix modal relève des habitudes et des routines. Faire un choix suppose en effet l'effort de s'informer des alternatives en présence et celui de l'expérimentation comparée (Munafò et al. 2015). Le poids des habitudes dans les comportements de déplacement, en particulier en ce qui concerne les pratiques modales, est important. Le choix modal est parfois inexistant car non représenté. La notion de choix disparaît parfois derrière les routines quotidiennes (Petit, 2002). La seule caractéristique de la voiture particulière vantée dans une autre étude est la souplesse de ce mode de transport qui

permet une adaptation facile à un emploi du temps complexe. La voiture est aussi un lieu ressource privatif dans lequel on peut transporter des bagages même si on n'est pas sûr qu'ils soient toujours utiles (Petit, 2002). Il semble clair que la société basée sur la voiture autonome, qui accède à la mobilité personnelle également aux secteurs non motivés, sera plus égalitaire et plus sûre que la conduite actuelle et que la mobilité personnelle deviendra plus facile et plus souple pour l'utilisation. Cependant, les pressions exercées sur le travail peuvent augmenter lorsque les voitures autonomes seront adoptées, ce qui nécessite l'utilisation du temps de trajet pour un travail continu (Kellerman, 2017 à paraître). Mais le transport en commun permet aussi d'atteindre des lieux éloignés du point de départ de la randonnée en étant sûr d'un retour avec des modes mécanisés, de s'adapter à de mauvaises conditions météo, il peut permettre une adaptation à des emplois du temps touristiques complexes. Le transport public permet de mieux gérer les variations au programme initial d'activité (Petit, 2002).

2.7 Influence du contexte géographique et de la personne dans le choix modal

Cependant, les systèmes de transport en commun urbains ont été moins populaires dans les villes américaines, compte tenu de l'utilisation dominante des voitures particulières là-bas, de sorte qu'il a été pour d'autres pays, en Europe et en Asie, d'adopter l'automatisation pour le transit rapide. Cependant, cette large adoption urbaine du transit rapide autonome en Europe et en Asie a suivi les développements technologiques pour l'automatisation du transit rapide aux États-Unis et a été adoptée principalement pour des systèmes spécialisés, comme pour les personnes déménageurs dans les aéroports (Kellerman, 2017 à paraître). Il existe une prédisposition culturelle à l'usage de l'automobile (Kaufmann, 2002). Les villes sont marquées par des valeurs spécifiques et une culture politique locale, deux éléments qui ont un impact sur le sens donné aux différents moyens de transport. Par exemple, à Berne le taux de citation de l'écologie est plus élevé qu'à Grenoble, Toulouse, Genève, Lausanne ou Besançon (Kaufmann, 2003).

La forme et la diversité de l'environnement bâti sont centrales pour comprendre le recours aux différents modes (Munafò et al., 2015). L'image de la voiture est plus négative dans les centres des agglomérations que dans les parties périurbaines (Munafò et al., 2012). La couverture des zones périphériques en transport en commun est jugée insuffisante (Petit, 2002). La France se caractérise par ailleurs par l'utilisation la plus élevée de l'automobile (par rapport à l'Allemagne, l'Espagne et la Suisse), cela traduit une forte dépendance automobile en particulier dans les zones périurbaines et rurales (Kaufmann, Stähli, Witter, 2015). Les pratiques modales sont ancrées dans des programmes d'activité de la vie quotidienne. Leur inscription dans les modes de vie ne les rend pas interchangeables car chaque moyen de transport définit des opportunités spécifiques et des combinaisons d'activités particulières. Par exemple, l'usage des transports en commun multiplie les occasions de s'approprier les centres villes alors que la voiture particulière produit des opportunités d'appropriation des équipements d'entrée de ville ou périurbains, où l'accessibilité est souvent très bonne (Kaufmann, 2003). Les usagers exclusifs de l'automobile considèrent les transports publics très inefficaces en partie à cause de la spatialité de leurs programmes d'activités (en périurbain), avec les transports en commun ils ne pourraient pas réaliser leurs activités (Kaufmann, 2003). De plus, la disponibilité d'un stationnement sur le lieu de travail varie

grandement selon l'agglomération. A Grenoble, la part importante des déplacements automobile est la conséquence, entre autres, de l'absence d'une politique de stationnement dissuasive pour les déplacements pendulaires en voiture particulière. (Kaufmann, 2002)

Comme nous l'avons déjà souligné à plusieurs reprises, le choix modal ne dépend pas uniquement de l'offre mais également de l'individu et de sa capacité à se mouvoir. Les représentations dépendent de la fréquence d'utilisation des transports collectifs. Les non-usagers insistent sur leur inconfort, leur cherté et leur caractère contraignant. Les perceptions des modes de transports dépendent aussi des caractéristiques socio-économiques des sondés, les individus de formation supérieure citent par exemple davantage 'polluant' pour qualifier la voiture et 'écologique' pour les transports en commun (Munafò et al., 2012).

2.8 Approvisionnement en marchandises

La mesure de la qualité de service des transports de marchandises soulève des problèmes encore peu étudiés. Le 'chargeur' (celui qui souhaite expédier des marchandises) en matière de transport de marchandises pour évaluer la qualité de la prestation fournie par le transporteur se fonde le plus souvent sur une impression intuitive et globale et plus rarement sur des indicateurs précis, il recherche le 'meilleur qualité-prix'. Mais la notion de qualité reste très floue (Bernadet, 1985). Nous n'avons pas trouvé de littérature concernant les qualités recherchées dans les transports de marchandises par les particuliers. Cependant, nous pouvons supposer que Renault pourrait se positionner comme prestataire d'entreprises qui expédient des marchandises et donc recherchent des transporteurs. Il est de toute façon possible de supposer que les qualités recherchées par les firmes expédiant des marchandises sont assez similaires que celles attendues par un particulier qui reçoit un colis. Certains critères pour apprécier la qualité font consensus (rapidité, sécurité, etc.) mais les caractéristiques recherchées varient selon les interlocuteurs (Bernadet, 1985). Il est à noter que le choix ne se fait pas uniquement en fonction du prix du transport mais aussi par rapport à la qualité de services de transport, c'est-à-dire la fréquence des services proposés, le temps pour effectuer le transport, la fiabilité par rapport aux délais de livraison, la capacité du transporteur à répondre à une demande inattendue et la sécurité du transport (Bouffioux et al., 2006). Pour le chargeur, l'amélioration de la qualité de service peut se traduire par une augmentation de ses coûts de transport mais elle signifie le plus souvent une baisse des coûts logistiques (Bernadet, 1985).

Une enquête a été réalisée auprès des managers de transports de marchandises appartenant à des firmes belges (firmes qui expédient des marchandises). Les attributs pris en compte sont la fréquence de service par semaine qui est proposée au chargeur, le temps mis par le transport de l'origine à la destination, la fiabilité en termes de livraison réalisée à temps, la flexibilité c'est-à-dire les demandes de transports inattendues qui ont pu être honorées, la sécurité c'est à dire l'absence de perte et de dégâts des marchandises durant le transport, et le prix payé pour le transport. Des poids moyens attribués à chaque attribut ont été calculés. (Bouffioux et al., 2006). Bernadet cite même s'il a choisi de ne pas les approfondir, les qualités secondaires, que pourraient être par exemple la qualité des relations que le personnel du transporteur, établit avec les autres entreprises avec lesquelles il entre en contact (chargeur, destinataire, etc.) (Bernadet, 1985). Il cite aussi une qualité que Bouffioux n'utilise pas, à savoir la production d'informations correspond à l'exigence d'informations liées à l'exécution de la prestation. Cette exigence constitue un défi dans le sens où elle

implique des investissements en matériels et logiciels importants et l'acquisition de compétences pour les mettre en œuvre (Bernadet, 1985). Dans l'enquête de Bouffioux et al. (2006) l'échantillon global montre que le coût joue un rôle dominant dans la décision (63,7%), puis le temps (16%), puis la fiabilité (8,5%), puis la flexibilité, la fréquence et la sécurité. Mais des variations apparaissent lorsque l'on considère les résultats par sous-groupes. Cependant le coût reste le facteur dominant et n'obtient jamais un poids inférieur à 54%. Par exemple, quand la valeur de la marchandise est élevée la rapidité et la sécurité deviennent plus importantes et le coût perd de son importance. (Bouffioux et al., 2006). La sécurité correspond à la sécurité des marchandises, c'est-à-dire leur bon état de livraison, ou l'absence d'avaries. L'auteur souligne l'extrême diversité des causes et de la nature des avaries possibles. Il est à noter que la législation française fait peser sur le transporteur une forte présomption de responsabilité. (Bernadet, 1985). Sur des distances très courtes ou très longues la flexibilité et la fiabilité pèsent plus lourd. Les expéditeurs accordent plus d'importance au coût lorsque la marchandise est expédiée par voie ferrée que par route. Les chargeurs qui envisagent de changer de modes de transport sont tout particulièrement attentifs au coût du transport. Ainsi, la valeur qu'un expéditeur attribue à une caractéristique d'un transport dépend d'un grand nombre de facteurs, la nature de la marchandise, sa valeur, la distance pour n'en citer que quelques-uns. Le choix d'une solution de transport est dominé par le facteur coût, mais les autres facteurs qualitatifs pris ensemble n'ont pas pour autant un poids négligeable, qui peut atteindre 45% dans certains cas. Parmi ces facteurs, le temps de transport et sa fiabilité apparaissent les plus importants (Bouffioux et al., 2006). Il ne faut pas oublier que la relation existante entre deux composantes de la qualité n'est pas nécessairement une relation de substitution, on peut par exemple difficilement imaginer un transport de ponctualité élevée et de rapidité nulle. La recherche de l'amélioration d'un axe ne tend pas forcément à détériorer le niveau atteint sur un autre (Bernadet, 1985).

3. La place de la voiture autonome dans le bouquet de l'offre modale pour chacun des trois scénarios

Après avoir identifié les scénarios de mobilité du futur (point 1), puis décrit les attentes par rapport aux qualités recherchées dans la mobilité (point 2), nous allons explorer la pertinence de la voiture autonome et des modalités de son exploitation pour chaque scénario et par rapport aux différentes qualités identifiées.

Cette troisième partie débouchera sur des propositions de services de véhicule autonome et les décrira. Ceux-ci concerneront :

- La voiture autonome individuelle
- La voiture autonome partagée (autopartage)
- La voiture autonome comme transport public (covoiturage et services de lignes)
- Le véhicule autonome utilitaire

3.1 La voiture autonome dans le scénario « Ultramobilité »

Le scénario de l'ultramobilité tend à s'inscrire dans l'évolution actuelle des pratiques et des comportements de mobilité. Le temps de déplacement est alors considéré comme une temporalité de production. Il est utilisé pour répondre aux injonctions issues de l'ensemble des sphères d'activités (travail, famille, loisirs). Dans ce scénario la connexion à l'internet mobile est centrale. L'ergonomie et le confort de l'habitacle des véhicules occupent une place prépondérante. Pour les individus qui investissent de plus en plus de temps dans leurs déplacements, il s'agit de bénéficier à tout moment d'accès à leurs différentes sphères d'activités. Ils doivent pouvoir travailler, gérer leur vie de famille et sociabiliser tout en franchissant l'espace pour atteindre leurs lieux d'activités.

Dans ce scénario la voiture individuelle autonome occupe une place centrale. Les comportements résidentiels suivent l'évolution des pratiques actuelles. L'habitat individuel continue à se développer et s'accompagne d'un éloignement résidentiel important par rapport au lieu de travail. L'éclatement des espaces d'activités renforce les besoins de mobilité et le mode de vie métropolitain occupe une place de plus en plus importante.

Pour faire face aux injonctions de flexibilité et d'augmentation de la longueur des temps de déplacement, les individus tendent à conserver un important niveau de motorisation. Les voitures autonomes sont dotées d'un haut niveau de confort et sont fortement connectées au réseau internet mobile. Dans ce scénario, les individus considèrent leurs temps de déplacement comme une temporalité productive à destination du travail mais aussi des autres sphères d'activités. Ainsi la voiture autonome est considérée et conçue comme un prolongement du domicile où l'utilisateur dispose de prises sur l'ensemble de ses sphères de vie. La voiture autonome individuelle est toutefois réservée aux catégories sociales supérieures qui sont en mesure de tolérer le coût économique de ce type d'équipement.

Les classes moyennes qui sont soumises à l'injonction de l'hypermobilité optent davantage vers des modalités d'autopartage. Ils utilisent les services d'autopartage proposés par les autorités organisatrices de transport qui ont mis à disposition des flottes de voitures autonomes tant dans les zones peu denses que dans les espaces urbains. Les ménages qui présentent des besoins de mobilité géographiques équivalents s'orientent vers l'achat d'une

voiture autonome en commun. Cette pratique favorise l'émergence de nouvelles solidarités et de nouveaux communs autour de l'automobile.

Les espaces urbains voient l'apparition de services de lignes en complément ou remplacement des lignes de bus et de tram. Ce service est basé sur les principes du covoiturage et du transport à la demande. La commande d'une voiture autonome utilise une application smartphone qui donne un horaire et un point de rendez-vous aux usagers. Le service de ligne est largement utilisé par les catégories sociales populaires et les jeunes. Il garantit à la fois une importante flexibilité et la possibilité de réaliser des déplacements pendant les soirées et les week-ends. Les véhicules sont de conception simple et peuvent accueillir cinq personnes. En étant connectés à internet ils permettent également de valoriser le temps de transport.

L'achat de biens et de marchandises est principalement réalisé en ligne. Peu à peu les services de livraisons traditionnels sont supplantés par des flottes de véhicules autonomes. En effet, La poste, Amazon et les grands distributeurs en ligne ont développé leurs flottes de véhicules utilitaires autonomes. Le transport de fret est réalisé à l'aide de camions autonomes. Les véhicules dédiés au fret occupent une place importante au sein du réseau routier. Des espaces routiers sont dédiés au fret.

Dans ce scénario la voiture autonome se développe au détriment des transports collectifs qui se cantonnent aux centres urbains denses et aux liaisons inter-villes. Le fret occupe une place importante dans l'espace routier. Le développement de véhicule autonome est accompagné d'importants problèmes de congestion qui implique un développement important de l'infrastructure routière.

3.2 La voiture autonome dans le scénario « Altermobilité »

Le scénario de l'alttermobilité est fortement marqué par un recentrement sur le domicile. Les déplacements sont de moins en moins nombreux grâce à la prépondérance de l'utilisation des TIC qui permettent d'éviter le franchissement de l'espace. Les motifs de déplacement sont principalement associés à la sphère des loisirs et dédiés à l'épanouissement personnel. La voiture individuelle est utilisée de manière ponctuelle dès lors qu'elle s'impose. Le niveau de motorisation des ménages se voit fortement diminué. Les individus s'appuient sur un système de mobilité de haute qualité qui intègre l'ensemble de l'offre de transport du bus à l'offre aéroportuaire à destination principalement des loisirs.

La voiture individuelle est délaissée. Toutefois la voiture autonome individuelle demeure un marqueur important de classe sociale. Ce type de véhicule s'oriente vers le très haut de gamme et concerne les catégories sociales particulièrement aisées. La voiture autonome individuelle est dotée d'un très haut niveau technologique qui lui permet d'attirer une clientèle privilégiée.

Face à la diminution de la motorisation des ménages et de la nécessité pour eux de posséder une voiture individuelle, l'autopartage se développe fortement dans l'ensemble des catégories sociales. Ce service est proposé par les autorités organisatrices de transport qui ont investi dans un système de mobilité intégré à destination des loisirs. Le service d'autopartage fonctionne sur le principe du covoiturage et tend à favoriser le développement des interactions sociales. En effet, étant donné que les individus se déplacent de moins en moins, ils se rencontrent moins fréquemment. Les véhicules sont conçus de manière à accueillir des familles ou des groupes pour des activités ponctuelles ou pour des

séjours prolongés. Il s'agit davantage de véhicules familiaux ou minibus qui présentent la possibilité de transporter des biens.

Les routes sont de moins occupées par les transports de personnes. La diminution des déplacements d'individus tend à développer les besoins de mobilité des biens et des marchandises. Par ailleurs, le niveau d'exigence au niveau de la ponctualité de livraison des biens et des services a fortement augmenté en termes de ponctualité et de qualité de service. Les individus s'appuient davantage sur la mobilité des marchandises que sur leur propre capacité à se déplacer. Dans ce scénario, les flottes de véhicules autonomes à destination de la livraison de biens et de marchandises connaissent une expansion particulièrement importante. Les infrastructures routières sont principalement dédiées à la circulation des camions et des fourgons de marchandises. Etant donné la diminution du trafic de voyageurs, l'infrastructure actuelle convient à absorber le flux de véhicules dédiés aux transports de marchandises.

3.3 La voiture autonome dans le scénario « Proximobilité »

Dans ce scénario la grande mobilité est fortement dévalorisée au profit de la proximité. L'investissement dans la sphère du domicile est devenu prépondérante. Les individus aspirent au ralentissement et tendent à limiter leur activité professionnelle au profit d'un mode de vie plus solidaire. Les déplacements sont associés à la pénibilité et à la perte de temps. Pour satisfaire leurs besoins, les personnes s'appuient sur la proximité et la frugalité. La mobilité spatiale est devenue une valeur secondaire et sa pratique relativement exceptionnelle. Les valeurs portent davantage sur le respect de l'environnement et plus particulièrement la limitation de l'impact des déplacements.

Dans ce scénario, la voiture individuelle ne constitue plus un marqueur social. La possession d'une voiture individuelle autonome est jugée de manière négative et s'accompagne d'une très forte démotorisation des ménages. L'orientation des pratiques de mobilité vers la proximité tend à exclure les besoins d'une mobilité individuelle et flexible. Ainsi la voiture autonome individuelle ne trouve pas son public. Son développement est donc très limité et se cantonne à une clientèle particulièrement restreinte.

Le scénario de la proximobilité n'exclut pas les déplacements de courte portée. En effet et bien que les personnes tendent à réduire l'impact de leurs déplacements sur l'environnement, ils éprouvent le besoin de se déplacer. Ainsi et même si l'offre de transport connaît un net recul, les autorités organisatrices de transport maintiennent un service de transport à la demande qui s'appuie sur des véhicules autonomes. Toutefois, la demande décroissante de mobilité tend à affaiblir les autorités responsables des transports. Elles connaissent un net recul de leurs attributions et de la couverture temporelle de leurs compétences. En parallèle, des organisations collectives se développent. Ces organisations s'appuient sur l'achat partagé de véhicules autonomes. Ces véhicules relèvent davantage du minibus et du fourgon que de la voiture individuelle. Il permet à une petite communauté de se déplacer de manière ponctuelle afin de satisfaire ses besoins de mobilité.

Les modes de vie de ce scénario mobilisent les ressources locales qui pourvoient aux besoins élémentaires. Les individus limitent leurs achats qui impliquent une forte mobilité des marchandises. Le fret est centré sur les besoins de denrées qui ne peuvent être produites de manière locale. Le chargement et la livraison des marchandises sont centralisés afin d'éviter la dispersion des points d'approvisionnement et de livraison. Bien que les infrastructures de transport routières aient connu un net recul en faveur des espaces naturel et agricole, le ferroviaire a été maintenu et développé. Ainsi le fret est acheminé via des trains autonomes

qui desservent les localités. Les véhicules autonomes autopartagés se rendent au point de livraison afin de prendre en charge la marchandise. Celle-ci est ensuite acheminée vers les communautés. Cette modalité de gestion du fret permet de limiter l'impact de la mobilité des marchandises en assurant un approvisionnement des communautés ayant opté pour un mode de vie proximobile.

4. Synthèse des entretiens

Que pensent les experts, à la fois des scénarios identifiés par la littérature scientifique et des possibilités offertes par le véhicule autonome dans toutes ses déclinaisons possibles ? Pour affiner nos scénarios et identifier des services de mobilités susceptibles d'être assurés par des véhicules autonomes, sept experts d'horizon variés ont été interrogés entre septembre et octobre 2017. Ils ont été choisis sur la base de leurs connaissances associées au véhicule autonome. Chacun des experts s'est exprimé à la fois sur les perspectives de développement de services employant le véhicule autonome et sur les scénarios proposés. Cette partie fait état des principaux enseignements issus des entretiens.

Les sept experts sont les suivants :



Pat Cox
Ancien Président du
Parlement européen.



Yves Crozet
Professeur d'Economie,
Laboratoire d'Aménagement
Economie Transports



Jean Coldefy
Expert indépendant, mobilité
intelligente



Sven Kesselring
Professeur de Sociologie,
Université de Munich



Gilles Rabin

Directeur de l'innovation, des applications et de la Science du CNES



Bernard Stiegler

Philosophe,
Directeur de l'institut de Recherche et de l'Innovation au Centre Georges Pompidou



Alain Jung

Consultant, réglementation des transports européens

Dans le fil du texte, nous faisons systématiquement figurer le nom de l'expert entre parenthèse pour signaler lorsque nous utilisons ses propos.

4.1 Quatre enjeux sociétaux du véhicule autonome

D'emblée, dans les entretiens, au-delà de la technologie, l'impact social constitue un point de débat sur lequel il s'agit de s'interroger. Pour les experts, aucun doute, le véhicule autonome s'inscrira très prochainement dans le système de transport du futur. Le véhicule autonome soulève des questionnements d'ordre éminemment techniques, mais aussi politiques et sociaux. Suite aux entretiens avec les experts, 4 grands enjeux semblent aujourd'hui associés à l'arrivée du véhicule autonome dans nos vies et nos sociétés :

- Le premier enjeu renvoie à **la mesure de l'impact quant à l'insertion du véhicule autonome dans la société** et dans le quotidien des individus. Aucun service de transport autonome à grande échelle n'a encore été expérimenté à l'heure actuelle. Cette donnée manquante laisse le champ libre à l'imagination et à l'anticipations d'effets très différents en particulier sur le plan économique et dans les différents secteurs d'activités associés au transport de personnes et de marchandises. A l'instar

d'internet et du smartphone, il apparaît difficile de saisir l'impact d'une technologie qui influence directement la sphère quotidienne des individus et des pans entiers de l'économie (Alain Jung). Le véhicule autonome porte de nombreux espoirs associés à la libéralisation du temps dédié à la conduite et à sa valorisation (Bernard Stiegler), à l'optimisation énergétique des systèmes de transport, à l'amélioration de la sécurité routière ou encore à la flexibilité de la mobilité des personnes (Jean Coldefy). Pourtant, cette troisième étape de l'automatisation (Bernard Stiegler) alimente aussi nombre de dissensions à propos des impacts sociaux susceptibles d'affecter l'ensemble des filières d'emploi proches de l'industrie des transports et plus particulièrement de l'automobile.

- Le deuxième enjeu réside dans **les modalités d'insertion du véhicule autonome dans le système de transport** et en particulier l'identification des services auxquels ce type de véhicule seraient le plus adapté. Les conditions de l'insertion du véhicule autonome dans les systèmes de transport actuel dépassent l'unique approche technologique (guidage, mapping, résolution de dilemme). Le véhicule autonome oblige les aménageurs, les urbanistes et les architectes à repenser la ville et les équipements dédiés au transport de marchandises et de personnes (Jean Coldefy). Le véhicule autonome rebat les cartes de l'aménagement et de la planification urbaine, il intègre de nouveaux acteurs économiques et ouvrent de nouvelles perspectives à travers des partenariats inédits (Gilles Rabin). Il importe également de prendre en considérations les secteurs de la mobilité et du transport qui seront les premiers impactés par le déploiement du véhicule autonome. Les experts arguent que le véhicule autonome prendra des parts de marchés à d'autres services de mobilité, il s'agit de définir lesquels (taxi, VTC et transports publics). Selon les experts, l'emprise spatiale du véhicule autonome doit également être discuté dans la mesure où il ne doit pas se surajouter à l'emprise des infrastructures de transports actuels (Yves Crozet).
- Le troisième enjeu concerne **le rôle des différents industriels dans la conception des futurs véhicules autonomes**. Plusieurs experts interrogés ont relevé que les véhicules autonomes réinterroge la composition de l'écosystème traditionnel de l'automobile et de ses services dérivés. Il faudra désormais compter sur l'arrivée de grandes firmes comme Google ou encore Amazon dans le domaine des transports (Alain Jung et Gilles Rabin). Pour les experts, ces grandes firmes ne souhaite pas nécessairement se positionner sur la technologie de transport comme en témoigne le retrait progressif de la Google car, mais davantage sur le contenu des services dématérialisés associés au véhicule autonome. Les grands constructeurs automobiles doivent compléter leur technologie par une réflexion sur le contenu des services (Bernard Stiegler). Mais certains experts relèvent néanmoins que les grands constructeurs automobiles sont les mieux placés pour imprimer les contours et standards du véhicule autonome et qu'il ne faut pas les sous-estimer (Sven Kesselring, Jean Coldefy). Cet aspect apparaît comme étant d'autant plus important que la montée en puissance rapide de certaines start-up dans le domaine pourrait laisser penser que nous nous préparons à un renouvellement des acteurs industriels du secteur automobile, or les produit et technologies mises sur le marché par ces entreprises (comme la navette Navia par exemple) restent assez frustes (Jean Coldefy).

- Le quatrième enjeu renvoie au **cadre légal qui permet et régle l'utilisation de véhicules autonomes** à la fois pour la mobilité des personnes et le transport des marchandises. Le cadre légal renvoie également aux caractéristiques de l'environnement au sein duquel le véhicule autonome serait susceptible de s'insérer, y compris au niveau des services nouveaux à inventer en lien avec le véhicule autonome. L'enjeu légal correspond aussi au positionnement de l'Europe sur le marché mondial ainsi que sa politique industrielle face à la concurrence internationale.

4.2 Insertion du véhicule autonome : au cœur de débats politiques complexes

Le véhicule autonome, et plus largement les technologies relatives à l'automatisation, se trouve au cœur des débats dans une perspective de supplantation de la force de travail humaine par les machines. Bien que plusieurs prototypes aient été mis au point depuis le milieu du 20^{ème} siècle, le domaine des transports a été relativement peu touché par les perspectives d'automatisation jusqu'à aujourd'hui. A l'heure actuelle, Uber remet en question le système actuel de transport des personnes et des marchandises en montrant les tensions potentielles générées par la question de la mobilité. Les services associés au domaine de la mobilité sont des instances complexes et hybrides qui articulent les sphères publiques et privées aux niveaux national et local. La politique actuelle du gouvernement vise à s'appuyer davantage sur des services de mobilité « servicielle » plus malléable et adaptable aux besoins des usagers. Cette perspective ouvre un champ nouveau pour le positionnement des entreprises privées et plus particulièrement des constructeurs d'automobiles dans le domaine de la mobilité. Le véhicule autonome et les services qui pourraient lui être associés occupent une position stratégique dès lors que les attentes vis-à-vis de cette technologie sont particulièrement importantes. Toutefois et au préalable d'un engagement des firmes comme Renault dans le domaine de la mobilité servicielle en s'appuyant sur le véhicule autonome comme driver, il s'agit d'en saisir l'ensemble des implications.

Le véhicule autonome est sujet à une réflexion sociétale dès lors qu'il pourrait effectivement remplacer 6 millions de travailleurs uniquement dans le domaine des transports terrestres, en automatisant par exemple les camions de marchandises (Pat Cox). L'enjeu social de l'automatisation de la mobilité et des transports est donc lié à la technologie. Cette perspective fait écho à la croissance du populisme en Europe (Pat Cox), elle pose une question éthique majeure pour les constructeurs d'automobiles qui doivent relever un double défi. D'une part, il s'agit de faire accepter la technologie dans sa dimension utilitaire pour l'individu en répondant à ses besoins, d'autre part le défi consiste à intégrer les impacts sociaux dans le développement et le déploiement de la technologie. Ce double défi, également relevé par Sven Kesselring, correspond à la politique industrielle qui doit promouvoir l'innovation au sens strictement technologique tout en veillant à la régulation des impacts sociaux de la technologie (Bernard Stiegler). Pour Bernard Stiegler, les constructeurs automobiles doivent porter ce double défi sans quoi l'acceptation de la technologie associée au véhicule autonome serait remise en cause. En effet, dans un contexte européen où le droit du travail importe encore pour l'opinion, une insertion uniquement technologique des solutions de transport autonome déboucherait sur une situation de blocage politique et industrielle (Pat Cox). Pour Pat Cox, un tel blocage serait dommageable au niveau social, des perspectives économiques et industrielles ainsi qu'au niveau du positionnement européen vis-à-vis de la concurrence internationale. Ainsi, les constructeurs

automobiles ont un intérêt à pousser à la fois la dimension technologique tout en réfléchissant à l'impact social de la technologie. Selon cette double perspective, les grandes firmes comme Renault seraient par exemple en mesure de devenir un acteur prépondérant de la formation et de la reconversion de la main d'œuvre impacté par l'avènement des technologies de transport autonomes. Bernard Stiegler évoque également une croissance potentielle du travail face à l'automatisation. Pour cet expert, l'autonomie permet de dépasser le taylorisme et la division du travail souvent associée à des tâches rébarbatives. Dans cette perspective, l'emploi diminuerait dans les filières et les secteurs associés au transport en faveur de la libération de la force de travail. Cette force de travail pourrait être réaffectée à d'autres tâches comprises dans des systèmes de transport automatisés. Elle pourrait prendre la forme de nouveaux métiers de haut niveau qui se trouveraient au cœur du système de transport automatisé. Pour Renault, cette perspective ouvrirait de nouveaux champs de compétences dans les domaines de la reconversion et de la formation. Cette voie favoriserait l'acceptation de la technologie tout en régulant une partie de l'impact social engendrée par celle-ci. Ainsi, Renault deviendrait un acteur majeur de la transition des transports.

4.3 Quels services peut-on imaginer avec le véhicule autonome pour la mobilité des personnes ?

De prime abord le véhicule autonome présente une utilité dans les domaines du transport des individus et des marchandises. Au-delà de l'utilité présumée du véhicule autonome, il convient d'en comprendre les *drivers* qui seront à même de favoriser son insertion dans le système de mobilité à l'horizon 2050. L'ensemble des experts s'accordent sur le potentiel d'utilité du véhicule autonome à la fois au niveau du transport des individus qu'au niveau de celui des marchandises. Les experts indiquent également que les modalités d'insertion du véhicule autonome dans le système de transport actuel est également synonyme de familiarisation et d'acceptation par la société. Le choix des services auxquels un constructeur comme Renault répondra sera décisif pour son positionnement dans le domaine des futurs systèmes de transport autonomes. Pour l'ensemble des experts, le positionnement doit être double dès lors que les perspectives de développement pour le véhicule autonome s'inscrivent à la fois dans le transport des individus mais aussi des marchandises.

Au niveau du transport individuel, le véhicule autonome trouverait son insertion au sein des services qui ne remettent pas en cause l'idée de possession (Gilles Rabin). Les services de taxi et de VTC constitueraient les candidats naturels pour l'adoption du véhicule autonome. Ils constituent un service flexible à destination des désirs et des besoins individuels. Dans la perspective d'un service de taxi autonome, la présence du chauffeur ne constitue plus une condition nécessaire au bon déroulement du déplacement. Concernant l'usage, les applications smartphone permettent déjà à l'heure actuelle une semi autonomie au travers de la commande de course qui est de moins en moins imputée au chauffeur ou à une plateforme téléphonique. Selon les experts, ce type de service autonome permettrait d'une part la familiarisation de l'individu avec ce type de véhicule et d'autre part d'offrir un service personnalisable en fonction des clients. Les véhicules autonomes possédés par les personnes occuperont une place importante selon les experts à l'horizon 2050. En effet, le besoin de pouvoir se déplacer à 360° 24/24 demeure une donnée importante de la mobilité (Yves Crozet). Toutefois, la circulation des véhicules autonomes individuels sera cantonnée aux périphéries (Alain Jung) en application de la politique actuelle d'exclusion de l'automobile des centres villes.

Concernant le déploiement dans l'espace des véhicules autonomes, les experts expriment des opinions divergentes :

- Certains experts remettent en cause l'idée d'une autonomie complète en particuliers dans les espaces périphériques et ruraux. En effet, ces espaces souffrent d'une double contrainte relative à la couverture par les réseaux de communication et de l'information (service en haut débit 24/24, 365 jours par an sur l'ensemble du territoire) et la qualité de la voirie. Ainsi, il est davantage probable d'envisager une semi autonomie des véhicules en fonction de la qualité de couverture du réseau et des tronçons routiers. Dans cette perspective, les usagers jouiraient de l'autonomie de leur véhicule sur les tronçons bien équipés, ils devront par contre reprendre la main sur les parcours qui desservent les zones moins bien équipées en termes de voirie et moins bien couvertes par les réseaux de télécommunications.
- D'autres experts relèvent que le véhicule autonome n'a réellement d'intérêt qu'en milieu urbain et s'il est partagé, car il permet de résoudre les problèmes d'encombrement des voiries par le stationnement ainsi que la sous-occupation des véhicules (une personne, voire deux dans une voiture qui compte cinq à sept places), le milieu urbain est celui où il n'arrivera pas à s'imposer car il cohabite difficilement avec d'autres modes de transports, supporte mal les imprévus et les interactions complexes.

Au niveau des transports en commun « classiques » comme les trams, bus urbains ou trains, le véhicule autonome présente également des perspectives de développement importantes en particulier dans les espaces urbains denses. Pour les experts, des services de transport en commun qui s'appuient sur des véhicules autonomes sont atteignables facilement. Certains d'entre eux envisagent le développement de navettes autonomes en site propre à l'instar des tramways, BHNS et services de bus interurbains actuels. La perspective de l'automatisation est considérée comme étant particulièrement souhaitable par plusieurs experts pour faire baisser les coûts d'exploitations. Jean Coldefy relève par exemple que le salaire du conducteur représente 60% du prix de revient d'une course de transport public urbain, et que cette situation rend la rentabilité du service impossible.

Les parcours dédiés aux véhicules autonomes, ou sites propres, apparaissent comme une condition nécessaire à la rentabilité en termes de vitesse et d'utilité pour les transports en commun, en comparaison aux véhicules individuels (Alain Jung). Les navettes automatiques pourraient en outre permettre de desservir les zones urbaines denses en complément des modes doux. Par ailleurs, ce type de service présenterait la possibilité de coupler plusieurs véhicules dans l'objectif d'une optimisation énergétique de l'effort de mouvement. Du point de vue politique, le développement de ce type de service s'inscrit dans les objectifs actuels de désengorgement et d'apaisement des centres urbains. Le développement de navettes automatiques permettrait d'asseoir la volonté d'exclusion des véhicules individuels des centres urbains en palliant aux besoins impliqués par cette même exclusion. La question de la forme de ces navettes se pose. Elles pourraient revêtir différentes caractéristiques selon les experts. Il est possible d'envisager des formes actuelles de bus ou de BHNS autonomes.

Des tramways autonomes sont également considérés par plusieurs experts comme envisageables avec une infrastructure préexistante adaptable. Au-delà de l'adaptation des solutions de transports existantes, il est possible d'envisager d'autres formes de transports en commun qui s'appuient sur la demande forte de flexibilité et qui fait défaut aux transports

en commun. Par exemple, des navettes de taille intermédiaire (taille d'un minibus) pourraient prendre en charge environ 8 à 10 voyageurs. Elles fonctionneraient en peloton sur les axes routiers importants des espaces urbains et bénéficieraient d'une voie réservée en site propre. Elles s'inscriraient dans une logique de tramway et équivaldrait à ses capacités de transport de personnes. Ces navettes seraient néanmoins différentes dans leur fonctionnement et présenterait la faculté de s'adapter à la demande des usagers. En se détachant du peloton, elles pourraient récupérer des personnes dans le réseau secondaire en fonction de leur localisation par exemple au domicile ou sur le lieu de travail. Ce système présente l'avantage des solutions de transports actuels en termes de capacité (tramway) et la souplesse des services actuels de taxi ou d'Uber. La différence importante réside dans la dimension semi-collective de ce type de service qui s'appuie sur des navettes de 7 à 8 personnes. Ce dimensionnement permet de mutualiser les déplacements à l'instar des transports en commun tout en conservant une certaine flexibilité du service.

En périphérie des zones urbaines, les experts s'accordent sur le fait que les navettes autonomes pourraient jouer un rôle au niveau du dernier kilomètre (Pat Cox). Celles-ci trouveraient leur place à partir de leur articulation avec les infrastructures lourdes (gares, pôles multimodaux, gare RER). En effet, il est possible d'envisager un service de navettes autonomes partagées qui desserviraient les espaces pavillonnaires à partir des infrastructures de transport. L'utilisation des technologies de télécommunication via des applications dédiées permettraient de réserver sa place au sein d'une des navettes mises à disposition (Pat Cox). La relation entre les infrastructures de transport et les espaces résidentiels constituent également un vecteur pour le développement de la multipropriété. Dans la lignée de l'autopartage, il est également possible d'envisager des communautés de voisins qui acquièrent un véhicule en commun pour assurer leurs déplacements entre leur zone de résidence et le pôle multimodal à partir duquel ils peuvent se rendre sur leur lieu d'activité. Les véhicules pourraient dans ce cadre être acquis par des communautés de voisinage ou de quartier. Ils seraient la propriété d'un groupement d'utilisateur qui serait en charge de la gestion du véhicule et de la répartition de son utilisation.

Ce véhicule partager à l'échelle du quartier et de la communauté prendrait la forme d'un minibus convertible en utilitaire pour satisfaire à la fois les besoins de déplacements des personnes et de leurs marchandises. Au niveau du transport des individus, ce dispositif pourrait répondre aux besoins différenciés des membres du groupement en fonction des horaires de la journée. Par exemple, le véhicule serait dédié aux déplacements des actifs et de leurs enfants en début et fin de journée. L'utilisation du véhicule dans les heures creuses du matin et de l'après-midi pourrait répondre aux besoins des retraités. La possibilité de se déplacer en soirée sans être forcément accompagné serait offertes aux adolescents et aux jeunes pour qui la mobilité est une problématique centrale dans les zones pavillonnaires et peu denses. Ce dispositif proposerait également des perspectives de déplacement pendant le week-end et en particulier le dimanche pour les jeunes qui ne disposent pas du permis de conduire. Bien qu'un véhicule autonome partagé par un groupement de voisinage pourrait permettre de mutualiser un nombre important de déplacements et offrir de nouvelles perspectives de mobilité en horaire décalées, des freins sont à prendre en compte. Tout d'abord, ce dispositif contraint les personnes à une organisation forte au niveau de la répartition selon les plages temporelles de la journée. Ensuite, les temporalités non travaillées comme le week-end et les vacances seraient plus complexes à organiser en particulier dans le cas de conflits d'utilisation.

Plusieurs experts, dont Pat Cox et Sven Kesselring, relève en outre que l'acceptabilité du véhicule autonome au niveau social et sociétal est fortement associé aux choix technologiques. La problématique de l'acceptabilité sociale ne se résume donc pas à une question d'acceptation psychologique à se laisser conduire, mais concerne les systèmes techniques dans leur ensemble. Sven Kesselring relève en particulier que si le véhicule

autonome résout des problèmes environnementaux, énergétiques ou d'encombrement des voiries urbaines par le stationnement et les embouteillages, elle sera socialement et socialement acceptable. Si, à l'inverse, elle n'est qu'un mode de transport individuel de luxe supplémentaire, son acceptabilité sera très limitée.

4.4 Quels services peut-on imaginer avec le véhicule autonome pour le transport des marchandises ?

Un système de transport de fret qui utilise des véhicules autonomes constitue pour les experts la modalité d'insertion la plus probable dans le système de transport des biens. Les livraisons constituent aujourd'hui le point noir des centres urbains. Le véhicule autonome pourrait répondre à des enjeux de logistique urbaine des collectivités locales. En effet, la perspective d'une solution logistique silencieuse qui serait en capacité de desservir les commerces en horaire décalée favorise les possibilités de développement de systèmes de livraison autonome. Selon Alain Jung, les maires des grandes villes seront les premiers à s'appuyer sur cette technologie dans l'objectif de limiter les nuisances associées à la desserte de marchandises. Les maires possèdent actuellement les leviers réglementaires pour mener des expérimentations sur leur commune. Les premières expérimentations pourraient être mises en place dans les zones piétonnes des centres urbains denses. La question qui se pose est quelle ville se lancera en premier dans l'expérimentation (Gilles Rabin) ? Selon les experts, la desserte des commerces pourrait prendre la forme de petits véhicules autonomes électriques qui à destination du transport de petites marchandises. Ce service serait associé à des *hubs* logistiques répartis par quartier et à partir desquels les véhicules autonomes pourraient s'approvisionner en fonction des besoins des commerçants. Ce système soulève deux questions. Tout d'abord, la gestion des marchandises est dépendante de leur nature. En effet, les produits frais ne présentent pas les mêmes exigences en termes de conditionnement que les autres marchandises. La deuxième question concerne le volume des marchandises. Par exemple, les matériaux de construction et les produits volumineux ne pourront pas être transportés de la même manière que les marchandises légères. Le troisième point concerne les modalités d'approvisionnement des *hubs* qui nécessitent un important volume de marchandises qui seront par la suite disséminées par les petits véhicules électriques. Enfin, les modalités de planification et de conception urbaine doivent être nécessairement repensées afin d'anticiper l'accueil de systèmes de livraison et de gestion de marchandise autonome.

Selon les experts la technologie nécessaire à l'insertion d'un service de transport de marchandise autonome est aujourd'hui existante. Des expérimentations sont déjà en cours chez les grandes entreprises de livraison comme DHL ou Amazon. L'objectif de ces entreprises est de mettre en place un service logistique totalement autonome au sein duquel l'intervention humaine serait limitée au strict minimum. L'automatisation de la livraison de marchandises offre également des possibilités d'approvisionnement en horaire décalé. En effet, pour Alain Jung et à partir de ce système, il serait possible d'effectuer les livraisons de nuit en bénéficiant d'un espace public libéré de la circulation et en s'appuyant sur une motorisation électrique qui génère des nuisances sonores limitées. Certains experts comme Gilles Rabin et Yves Crozet considèrent que ce système de gestion et de livraison des marchandises est opportun. Toutefois, ils signalent la faiblesse du dernier maillon de la chaîne. Par exemple, la livraison des commerçants nécessite la mise en place d'un équipement individuel *ad hoc* dédié à l'accueil des marchandises. Dans le cas des livraisons individuels comme Chronopost ou Amazon, il apparaît également nécessaire d'imaginer de nouvelles modalités de remise des colis aux personnes. L'intérêt majeur réside dans les

possibilités de mutualisation des services de livraisons autonomes entre les différents fournisseurs à destination à la fois des entreprises et des individus.

4.5 Quel écosystème industriel pour le véhicule autonome ?

Les perspectives de développement du véhicule autonome et de son insertion dans les systèmes de transport de marchandise et de personnes rebattent les cartes de l'écosystème industriel et partenarial. Certains des experts interrogés mesurent les avancés d'Amazon en matière de recherche au sujet de la gestion et de la livraison des marchandises. Aux solutions techniques développées par ces entreprises s'ajoutent également leur puissance financière.

Les experts indiquent également le positionnement de certaines *start up* du domaine des Big data, qui investissent aujourd'hui le secteur du véhicule autonome. Elles contribuent actuellement au développement du *mapping*, aux modalités d'utilisation des *Big Data*, ou encore à l'élaboration des systèmes de guidage. Les groupements de commerçants constitue aussi des plateformes à partir desquels des projets de livraison autonomes pourraient émerger. Selon les experts interrogés, les grandes entreprises de livraison comme La poste, DHL et Amazon joueront un rôle central dans le développement d'une chaîne de livraison autonome. Ces entreprises élaborent aujourd'hui des procédés qui s'inscrivent dans cet objectif. Concernant le transport des personnes, les sociétés comme Uber se positionne aujourd'hui sur le marché du taxi et du VTC autonome. Uber dispose également d'un important support financier. Bien que la qualité du service et les modalités d'exploitation soient discutables, Uber a imposé son modèle à la fois sur le plan légal mais aussi sur le plan de l'utilisation. Ce double constat soulève la question du positionnement des constructeurs automobiles.

Bien que sur le plan technologique, il apparaît aux yeux des experts que des constructeurs comme Renault se trouvent à la pointe, il est important d'envisager un positionnement stratégique face aux géants de la livraison de marchandises. Ce positionnement peut prendre la forme d'un partenariat ou au contraire d'une concurrence directe. Pour les experts, les partenariats sont particulièrement envisageables sur le plan des contenus et des médias qui seront proposés au sein du véhicule autonome à destination du transport des personnes. Des partenariats entre Renault et des grands distributeurs sont également envisageables. Par ailleurs, les flottes de véhicules mis à disposition par un constructeur pourraient permettre de mutualiser le transport de marchandises issues de différents partenariats. Par exemple, il serait possible d'envisager des véhicules partagés qui transportent à la fois des colis Amazon, Vente-Privée ou encore carrefour. Les véhicules pourraient être conçus à partir d'emplacement dédiés à chacun des partenaires au sein de l'habitacle.

A la fois sur le plan de la logistique urbaine et du transport de personnes, des partenariats inédits peuvent être envisagé avec les acteurs de la fabrique de la ville. En effet, les perspectives de développement du véhicule autonome dépendent fortement de son insertion dans le système urbain et les infrastructures construites actuelles et futures. Des partenariats sont donc potentiellement envisageables avec les faiseurs de ville (Colas, Bouygues etc.). Ensemble, les constructeurs automobile et le secteur du bâtiment pourraient mettre au point des solutions techniques sur trois plans au sujet de l'insertion du véhicule autonome :

- Le premier consisterait à articuler les transports de personnes avec les grands ensembles d'habitations urbains mais aussi périphérique. Des infrastructures dédiées à la récupération et à la dépose des personnes dans les constructions permettraient de faciliter l'utilisation et l'insertion des navettes autonomes par exemple.

- La conception des pôles mutli-modaux comme les gares par exemple sont susceptibles d'être amendés et les pôles existants modifiés. Ces adaptations nécessitent d'importants travaux structurels dont les compétences se trouvent dans le giron des faiseurs de villes.
- Le plan de la logistique urbaine est également un champ de développement important. Dans une perspective de desserte des centres urbains à l'aide de véhicules autonomes en charge de la distribution des marchandises, il importe de penser l'acheminement des biens et leurs distributions à l'aide de hubs urbains de quartier mais aussi de plus grande ampleur. L'alimentation en énergie (via la chaussée par exemple) apparaît alors comme étant une donnée importante à prendre en compte. Des revêtements capables de recharger les véhicules en déplacement ont été mis au point par Colas. Le pont énergie est également un sujet de partenariat pour Renault.

4.6 Quels contenus au sein du véhicule autonome ?

Le véhicule autonome permet aux individus de s'affranchir des temps de conduite. Les qualités de connexion du véhicule autonome lui confèreraient un rôle de plateforme à partir de laquelle il serait possible d'assortir le déplacement de services. Le concept de plateforme confère au véhicule autonome un important potentiel de développement en termes de services à la personne. Toute la question pour Renault réside dans le contenu de ces services des médias au travers desquels ils sont mis à disposition. S'agit-il d'associer les firmes comme Amazon ou Netflix qui seront en mesure de proposer une offre de contenus commerciaux et audiovisuels ? S'agit-il d'accorder une place privilégiée aux savoirs et à la culture ? (Bernard Stiegler). Le contenu des services mis à disposition dans les véhicules autonomes soulève une question éminemment politique qui se situe dans le champ de compétence des constructeurs automobiles. D'une part le contenu des services à disposition est l'occasion de partenariats inédits sur le plan industriel. Un accord Renault-Netflix ou Renault-Amazon serait sans doute un avantage sur le plan économique. Toutefois Bernard Stiegler indique d'autres voies comme la culture et la connaissance. La culture constitue un ressort important de l'activité économique française. Les institutions culturelles françaises et en particulier parisiennes bénéficient d'un prestige international. Elles constituent un terreau sur lequel Renault pourrait s'appuyer afin de proposer un contenu original. La connaissance au sens large est également une voie envisageable (Bernard Stiegler). Des accords avec des acteurs de la connaissance comme wikipédia ou les médias audiovisuels comme Arte sont potentiellement envisageables. A partir de ses contenus, Renault pourrait s'ériger en acteur de la diffusion de contenus et de la connaissance.

4.7 Perspectives d'insertion dans les politiques publiques et dans le cadre légal

Les perspectives d'insertion du véhicule autonome dans les systèmes de transport tendent à répondre en partie aux enjeux environnementaux et d'économie des ressources. Elles s'inscrivent à la fois aux échelles européenne, nationale et territoriale. Cette inscription correspond au package nécessaire à l'adhérence d'une technologie et à son développement. Selon les experts interrogés, le véhicule autonome s'inscrit parfaitement dans les mesures qui accompagnent les démarches de décarbonisation de la mobilité des personnes et des biens

(Pat Cox). Le véhicule autonome offre des perspectives particulièrement intéressantes en particulier au niveau de l'optimisation énergétique. Par exemple les possibilités de *peloting* aussi bien au niveau du transport de marchandise et de la mobilité des individus répondent à la contrainte d'optimisation énergétique. Les caractéristiques offertes par le véhicule autonome en font un candidat intéressant dans l'optique d'un développement du partage à deux niveaux. Tout d'abord, il pourrait contribuer au développement de la mutualisation des déplacements individuels en particulier en se positionnant sur les logiques de covoiturage et d'autopartage et en les amenant à leur paroxysme. En effet, le véhicule autonome relativise les contraintes classiques associées à ces services. Il ne nécessite pas un fonctionnement en boucle comme c'est le cas pour la majeure partie des services d'autopartage. Ensuite, il offre des perspectives de développement du covoiturage de courte portée en lien avec le dernier km. Les perspectives de mutualisation pour les entreprises spécialisées dans la livraison de marchandises sont également importantes. Cette double logique du partage qui touche à la fois les individus et les biens s'inscrit particulièrement bien dans les politiques publiques qui tendent vers un désencombrement des centres urbains.

L'encadrement légal du véhicule autonome et sa réglementation constitue un sujet ambivalent pour les experts. La réglementation européenne peut potentiellement freiner la recherche et le développement des constructeurs européens. Elle permet aussi de protéger les industries européennes face à la concurrence internationale. Au niveau européen les discussions sont particulièrement dynamiques (Alain Jung). Toutefois, un découplage semble apparaître entre l'évolution des technologies de plus en plus performantes développées par les constructeurs et le cadre réglementaire qui s'appuie sur les caractéristiques des véhicules actuels. Au-delà des réglementations techniques, les véhicules autonomes touchent également les cadres légaux associés au permis de conduire. Il remet en question les critères d'attribution actuels du permis et la formation à la conduite. Il s'agit d'établir la bonne équation entre le permis de conduire et le degré d'autonomie. Par exemple, un adolescent qui ne possède pas de permis est-il à même de se rendre seul à son activité sportive à l'aide de la voiture de ses parents ? Pour certains experts comme Pat Cox, la réglementation technique constitue l'élément principal qui favorisera le déploiement de la technologie autonome en Europe. Selon lui l'enjeu réside dans la réglementation au bon moment. En effet, une réglementation trop précoce qui s'appuierait sur les normes techniques actuelles et trop restrictives ne permettrait pas aux constructeurs automobiles de mener à bien des projets innovants qui s'éloigneraient du modèle traditionnel de l'automobile individuelle. A contrario, une réglementation trop tardive amènerait l'Union Européenne à se soumettre aux normes internationales dictées par les industries étrangères concurrentes. A titre d'exemple, l'industrie chinoise de la motorisation électrique est aujourd'hui en pointe. Il est possible d'imaginer que dans le cadre de la technologie autonome, la Chine occupe la place de leader mondial. De par ses capacités d'investissement et de recherche, l'industrie chinoise serait par exemple à même de prendre la position de leader ce qui lui conférerait le pouvoir d'imposer les normes techniques au niveau international. La standardisation de la réglementation européenne peut aider et soutenir les constructeurs européens au niveau de la recherche et du développement ainsi qu'au niveau des capacités de productions. Elle s'impose comme un enjeu fondamental pour le marché du véhicule autonome.

5. L'identification des services de transports pouvant s'appuyer sur le véhicule autonome

Sur la base des opinions exprimées par les experts, nous proposons maintenant d'enrichir les trois scénarios identifiés sur la base du dépouillement de la littérature scientifique. La présente partie du rapport reprend donc les scénarios de l'hypermobilité, de l'altéromobilité et de la proximobilité. L'enrichissement des scénarios s'articule à partir de quatre parties pour imaginer : les sociétés et les modes de vies (1), les services de transports de personnes et de marchandises (2), l'écosystème du véhicule autonome (3) et l'évolution du cadre légal et politique (4). Chacun des services envisagés avec le véhicule autonome s'inscrit dans différentes configurations spatiales illustrée dans la figure 4.

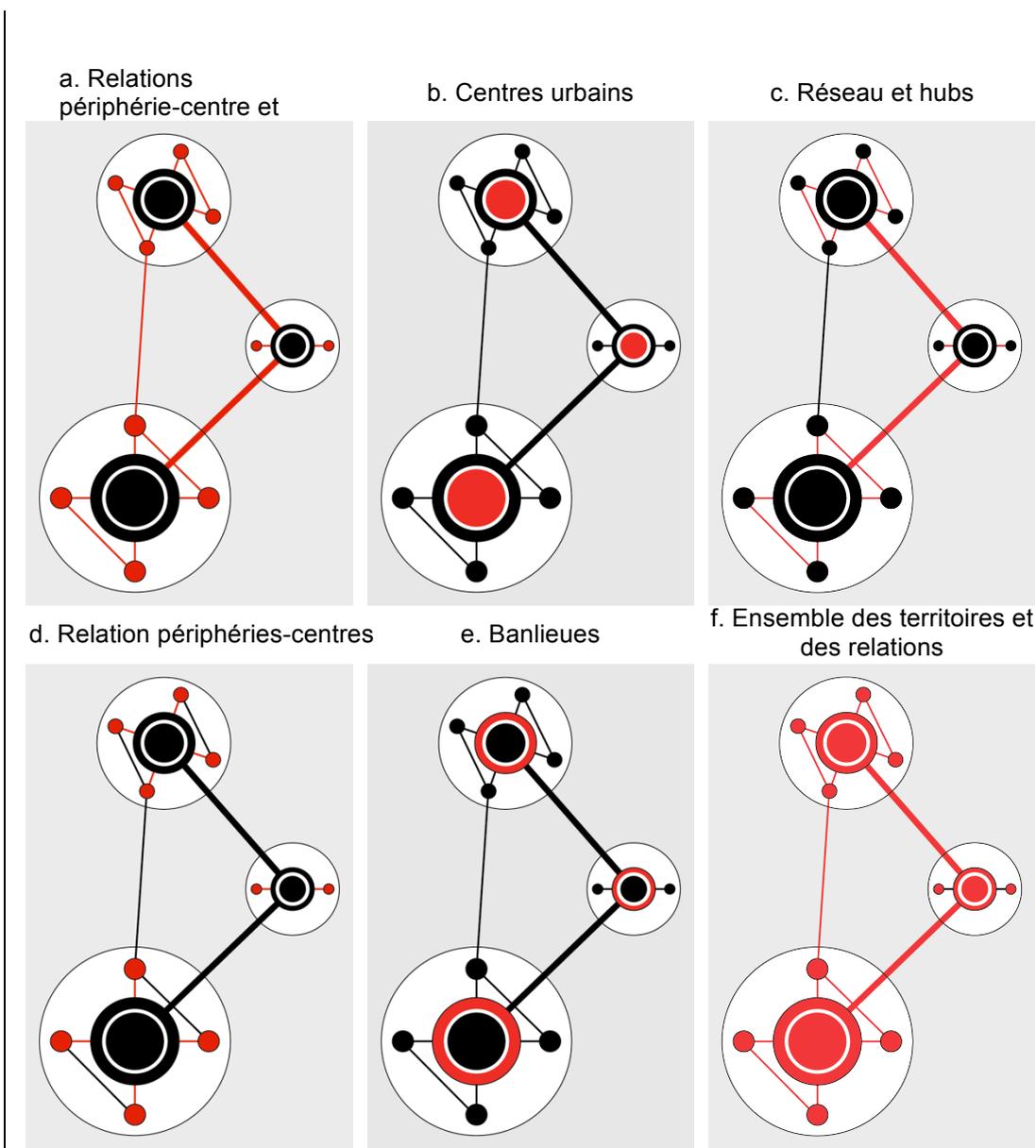


Figure 4 : Configurations spatiales

5.1 Hypermobilité

Société et modes de vie

Dans ce premier scénario, la mobilité demeure une valeur sociale importante. Elle est considérée comme une norme qui permet de juger de la performance des individus. Les individus sont soumis à plusieurs formes d'injonction à la mobilité. En premier lieu, ils doivent adopter de nouveaux modes d'habiter. Les individus doivent pouvoir changer de domicile aisément et montrer une importante flexibilité dans leurs ancrages professionnels, familiaux et spatiaux. La pratique de la multi-résidentialité et de la réversibilité est de plus en plus fréquente. Dans ce scénario, les bassins d'emploi se sont considérablement étendus. Les besoins de mobilité quotidienne et pluri-hebdomadaire sont de plus en plus importants. Le temps de déplacement est devenu une temporalité qui prend une place importante dans la vie quotidienne des personnes et qui doit être valorisée. Cette temporalité est occupée par les activités de travail, de loisirs mais aussi d'organisation de la vie sociale.

Dans le scénario de l'hypermobilité, l'individualisation des modes de vie a largement progressé tant du point de vue social que de la mobilité. Les individus présentent un important besoin de flexibilité dans leurs déplacements. Cette flexibilité est synonyme d'opportunité et d'adaptabilité qui correspondent à un besoin de déplacement 24h/24h à 365°. Dans ce contexte, le choix modal des individus porte davantage sur une offre de transport qui présente peu de contraintes horaires et une grande vitesse de déplacement. Dans ce scénario le véhicule autonome individuel possédé et non possédé occupe une place prépondérante. Il s'articule principalement avec les infrastructures ferroviaires à très haute vitesse et les infrastructures aéroportuaires.

Le véhicule autonome individuel connaît une expansion importante parmi la population la plus aisée et les véhicules « premium ». Les individus tendent à se déplacer seuls pour maximiser la flexibilité spatiale et temporelle de leur mobilité. Ils sont contraints de se déplacer souvent (fréquence) et franchir des quantités d'espace de plus en plus importantes (portée des déplacements). Ces contraintes ont pour conséquence d'individualiser la mobilité. Les personnes cherchent à éviter les transports en commun pour mieux valoriser le temps de déplacement et maximiser la flexibilité de leur mobilité. Au niveau sociétal, l'emploi massif de véhicules autonomes individuels amène à un cloisonnement des individus et des groupes sociaux. Les personnes se rencontrent de moins en moins dans les espaces-temps de la mobilité et à l'utilisation des différents modes de transport se plaquent les catégories sociales (au niveau des revenus en particulier). Ce cloisonnement est renforcé par le phénomène croissant de la multi-résidentialité qui tend à isoler les individus. D'un point de vue social, le scénario de l'hypermobilité tend vers l'individualisation des modes de vie et le développement de des liens sociaux spatialement éclatés et faibles dans leur intensité.

Services de transports de personnes et de marchandises

Dans le scénario de l'hypermobilité, le véhicule autonome est principalement utilisé de manière individuelle. L'achat de véhicules autonomes est très localisé dans les hauts de gamme. Les véhicules possédés présentent un haut niveau d'équipement en termes de connexion aux réseaux de communication. Ils sont hautement personnalisés et permettent aux personnes de valoriser leurs importants temps de transport en particulier dans les espaces périphériques et pour les déplacements interrurbains (Figure 4.a). Une partie des déplacements est effectuée à l'aide de véhicules autonomes non possédés. Il s'agit des services de taxi et de VTC autonomes qui ont connu un essor considérable en particulier

dans les espaces urbains (Figure 4.b). Ces services connaissent un succès important grâce à un haut niveau de personnalisation et d'équipement. L'autosolisme autonome tend à se développer et les transports en communs, qui permettent une flexibilité limitée, reculent en particulier dans les espaces peu denses et dans les périphéries des villes. Ils sont de plus en plus confinés à des usages captifs de la part de personnes peu dotées économiquement et qui n'ont accès ni au véhicule autonome possédé, ni au véhicule autonome partagé, ni à la voiture classique que l'on conduit.

Dans les centres urbains (Figure 4.b), des systèmes de navettes autonomes se développent. Elles présentent l'avantage de la semi-flexibilité. Elles s'adaptent à la demande des utilisateurs et s'apparentent davantage à un service de VTC partagé. La vitesse constitue une donnée importante du scénario de l'hypermobilité. Le véhicule autonome individuel présente des limites techniques au niveau de sa vitesse de déplacement. Il doit également s'adapter à la réglementation en vigueur concernant la vitesse de déplacement des véhicules. Pour les déplacements de très longue portée, les personnes s'appuient sur les infrastructures ferroviaires à très haute vitesse et l'aviation connaît également un essor important. L'articulation entre les modes de transport qui permettent un déplacement à très de haute vitesse et l'utilisation de véhicules autonomes individuels est particulièrement prégnante. Ce système permet un franchissement de l'espace rapide sur des grandes distances et une flexibilité importante de la mobilité sur les parcours plus restreints.

Dans le scénario de l'hypermobilité, le secteur du transport de marchandises emploie massivement des véhicules autonomes à destination de la livraison de marchandises. Ce secteur d'activité doit faire face au défi de de l'hypermobilité des personnes. Ce scénario voit l'essor d'importante flotte de véhicules autonomes à destination de la livraison de marchandises. Les grands volumes sont acheminés via des camions autonomes. La livraison individuelle utilise des véhicules de plus petite taille. Deux systèmes de livraison de marchandises à destination des personnes se mettent en place. Le premier délivre les colis au domicile des personnes. Les situations de multi-résidentialité compliquent la tâche des services de livraison. La livraison au domicile doit être coordonnée en fonction de la présence du destinataire dans l'un de ses domiciles. Face à cette difficulté, un modèle de livraison alternatif émerge. Ce modèle propose de s'adapter aux déplacements des personnes. En effet, dans ce scénario les personnes consacrent de plus en plus de temps à leurs déplacements. Dans ces conditions, les colis et les petites marchandises peuvent être retirés dans des points relais qui connaissent une forte expansion. Les infrastructures qui se trouvent à l'articulation entre les services de mobilité à grande vitesse et les services de déplacement individualisés sont des lieux propices au retrait des marchandises (Figure 4.c). Les services de VTC proposent également un couplage entre le déplacement de la personne et la remise du colis pendant le déplacement.

Ecosystème du véhicule autonome

Dans le scénario de l'hypermobilité, les filières associées au véhicule autonome prennent un essor considérable. Les constructeurs automobiles occupent une place prépondérante. Leur modèle économique est comparable à celui qui existe actuellement pour les véhicules « premium ». Les ventes de véhicules individuels sont principalement à destination des particuliers et des entreprises de VTC comme Uber qui a connu une croissance considérable. Les constructeurs automobiles ont également investi largement dans le domaine de la logistique urbaine en proposant des véhicules de livraison autonomes aux firmes du commerce en ligne. Au niveau des services proposés pendant le temps de parcours, les constructeurs automobiles se sont alliés avec les grandes firmes de l'audiovisuels (Netflix) et

du commerce en ligne (Amazon). Au sein des habitacles sont proposés des services de visionnage de films et de séries. Pendant leurs temps de déplacement, les personnes peuvent réaliser leurs achats qui leur seront délivrés dans un pôle de transport ou pendant leur prochain déplacement en VTC. La filière de transport des marchandises a été largement absorbée par les grandes firmes du commerce en ligne. Les entreprises comme Amazon en partenariat avec les constructeurs automobiles maîtrisent désormais l'ensemble de la chaîne de livraison.

Evolution des cadres politiques et légaux

Face aux besoins croissants de mobilité et d'investissements dans les infrastructures de transport et leur maintien, les politiques publiques se sont orientées vers la libéralisation du marché de la mobilité. L'Etat tend à s'appuyer sur les entreprises pour fournir les services nécessaires à la mobilité des personnes. En parallèle, l'offre de transports publics s'est largement réduite afin de limiter les coûts d'investissement et de maintenance. Les réglementations européennes tendent à s'inscrire dans une politique industrielles volontariste en faveur du développement de la filière du véhicule autonome. Les réglementations s'assouplissent et permettent aux grands constructeurs de faire face à la concurrence internationale et particulier provenant d'Asie du Sud-Est.

5.2 Altermobilité

Société et modes de vie

Dans le scénario de l'altermobilité, la mobilité à destination des loisirs demeure une valeur sociale importante. Les personnes s'appuient sur un système de transport de haute qualité qui leur permet d'accéder depuis leur domicile à l'ensemble des destinations souhaitées. L'accès aux infrastructures ferroviaires et aéroportuaires est facilité par un réseau de transport public intégré. Dans ce scénario, l'Etat occupe une place importante dans la gestion de la mobilité grâce à des investissements importants et une politique forte menée dans le domaine des transports. Le développement des TIC a également connu un essor important dans l'objectif de limiter le franchissement de l'espace par les individus. Ces technologies ont permis un développement particulièrement important de la télé-activité. Dans cette perspective, les personnes se déplacent de moins en moins pour des activités contraintes. Le télétravail et les télé-centres connaissent un développement important en particulier dans les périphéries des zones urbaines. Le commerce en ligne est massivement utilisé par les personnes. En effet, celles-ci réalisent l'ensemble de leurs achats via les sites des grands distributeurs. Cette pratique tend à générer une importante mobilité des biens et des marchandises qui sont acheminées jusqu'au domicile des personnes.

Le scénario de l'altermobilité est fortement marqué par un recentrement sur le domicile et sur la famille. Le domicile devient une plateforme multi-activité pour les individus. Ils y travaillent, réalisent des loisirs et leurs achats. La qualité du lieu d'habitation et du domicile occupe une place importante dans les aspirations des ménages. Dans cette perspective, la recherche du cadre de vie idéal contribue au développement massif de l'habitat individuel.

Le véhicule autonome individuel connaît un développement très limité. La forte démotorisation des ménages rebat les cartes des comportements modaux qui s'orientent davantage vers les transports en communs et les solutions de mobilité partagées.

Au plan des inégalités sociales, le scénario de l'altermobilité se caractérise par une valorisation par les catégories sociales aisées de l'utilisation des moyens de transports collectifs classiques et partagés, qu'ils soient autonomes ou non, et les moyens de transports de proximité. Les personnes socialement les moins dotées sont à contrario condamnées à l'utilisation de l'automobile, voire à l'autosolisme, qui est dévalorisé et bon marché, car il est considéré comme une perte de temps à cause de la conduite et de conditions de circulation détériorées.

Services de transports de personnes et de marchandises

Le scénario de l'altermobilité est caractérisé par un système de transports publics de haute qualité à la fois dans les centres urbains et au niveau des relations inter-villes (Figures 4.a, 4.b). L'intégration des différentes offres de transport permet aux personnes de se déplacer facilement en particulier dans les espaces urbains et les zones bien desservies par les transports en commun. Dans les espaces peu denses, cette offre de transport structurante est complétée par un développement important du transport à la demande autonome qui répond aux besoins de rabattement sur l'offre de transport de capacité en particulier selon une logique périphérie-centre (Figure 4.d). Ce service permet un rabattement efficace. La majorité de la population s'oriente vers ce système et délaisse totalement la voiture individuelle. L'autopartage connaît une forte expansion en particulier dans les espaces pavillonnaires (Figure 4.e). En effet, les AOT mettent à disposition des navettes autonomes en autopartage qui peuvent embarquer 7 à 9 personnes. Ce type de véhicule permet aux personnes de réaliser leurs activités en famille ou en groupe. La voiture autonome individuelle possède concerne une partie très limitée de la population. Le marché s'oriente vers les très haut de gamme. Certaines *start ups* proposent des services de VTC personnalisés à destination des personnes qui doivent encore se déplacer régulièrement pour leur travail. Ce service concerne une frange très limitée de la population mais est doté d'une forte valeur ajoutée.

Dans le scénario de l'altermobilité, le transport de marchandises connaît une expansion particulièrement importante. Les flux à destination des individus ont considérablement augmenté et les livraisons se trouvent extrêmement fragmentées et concernent l'ensemble du territoire (Figure 4.f). Le recours au véhicule autonome pour satisfaire la demande des personnes est indispensable. La mutualisation des livraisons entre les différents fournisseurs s'avère extrêmement complexe. Les flottes de véhicules autonomes de livraison se développent dans l'ensemble des secteurs, la nourriture, les petites marchandises culturelles et le mobilier pour le domicile des personnes. Chaque domicile et en particulier dans les espaces périphériques reçoivent quotidiennement 2 à 3 livraisons. Ce flux permanent de marchandises et la multiplication des flottes de véhicules autonomes tendent à encombrer les espaces de circulation. Le trafic de personnes a été supplanté par celui de leurs marchandises.

Ecosystème du véhicule autonome

Face à la démotorisation massive des ménages, les constructeurs automobiles ont dû s'adapter. Le modèle économique qui s'appuyait sur l'achat de voitures particulières est désormais exempt. Les constructeurs automobiles se sont orientés principalement vers des véhicules qui répondent aux caractéristiques du transport à la demande et à l'autopartage collectif. Il s'agit de véhicules de grande taille qui peuvent accueillir 7 à 9 personnes. Cette demande a obligé les constructeurs à se concentrer sur un segment particulier du marché au détriment de la diversité de l'offre de véhicules. En dehors du segment des véhicules de

grande taille, un seul domaine subsiste, il s'agit du très haut de gamme. En effet, pour conserver une image de marque importante, les constructeurs conçoivent des véhicules autonomes individuels de très grande qualité à destination de service personnalisé de VTC. Concernant le contenu des services et face à la demande des usagers. Les constructeurs optent pour une offre culturelle au sein de l'habitacle des véhicules autonomes. Pour ce faire, des partenariats inédits ont été mis en place avec les grandes institutions culturelles. A bord, il est désormais possible de visiter une exposition grâce à la réalité virtuelle ou de se documenter sur la destination dans le cadre des déplacements de loisirs. Le cinéma occupe également une place importante de l'offre mise à disposition au sein des véhicules autonomes.

Dans le domaine du transport de marchandise, les constructeurs automobiles doivent faire face à une concurrence féroce entre eux et les grands distributeurs. Le marché de la livraison a été préempté par les grandes firmes comme Amazon. Grâce à un investissement massif dans la recherche et le développement et l'acquisition de *start ups*, les géants de la distribution ont pris une longueur d'avance sur les constructeurs automobiles au niveau de la logistique urbaine et de la livraison de marchandise. Les grands distributeurs ont mis au point des systèmes de livraison automatiques qui s'affranchissent des véhicules proposés par les constructeurs automobiles. Etant devenu extrêmement concurrentiel, le marché de la livraison individuel est réparti entre les grands distributeurs. Soucieux de protéger leurs technologies et leur savoir-faire, les possibilités de mutualisation du transport de marchandises sont très limitées. Les solutions proposées par les constructeurs aux grandes firmes ne trouvent pas d'échos. Dans cette perspective, les constructeurs se cantonnent au transport des individus et connaissent une décroissance de leur activité.

Evolution des cadres politiques et légaux

Dans le scénario de l'altermobilité, les politiques publiques et les législations qui en découlent se sont focalisées sur la régulation de la mobilité des personnes. Elles ont contribué à entraîner une baisse massive de l'autosolisme. Pour répondre à cet objectif, l'état et les collectivités ont investi massivement dans les infrastructures et une offre de haute qualité en particulier dans les domaines des transports en commun et de l'autopartage. Afin de limiter les déplacements individuels, la réglementation au sujet du travail a orienté les entreprises vers un développement du télétravail et un assouplissement des cadres temporels. Cette orientation a été accompagnée d'une politique de développement massive des moyens de télécommunication qui d'une part ont facilité la télé-activité et d'autre part ont accompagné le déploiement des flottes de véhicules autonomes. Par ailleurs, l'assouplissement de la réglementation a permis de mettre en place des expérimentations dans l'espace public qui ont abouti à un déploiement de grande envergure des services qui emploient le véhicule autonome. Bien que les politiques réglementaires ont permis de juguler les flux massifs d'autosolistes en se focalisant sur la régulation de la mobilité individuelle, le secteur du transport de marchandise a été finalement peu régulé. Face à la demande croissante de livraisons, les grands distributeurs se sont positionnés sur le marché croissant de la livraison de marchandises. Les grandes firmes de la distribution s'appuient désormais sur des systèmes de livraison automatiques qui emploient massivement le véhicule autonome.

5.3 Proximobilité

Société et modes de vie

Dans le scénario de la proximobilité, la mobilité est perçue négativement. Il s'agit d'un renversement des valeurs : l'expression de la liberté n'est plus se déplacer vite, loin et souvent, mais au contraire, avoir la possibilité de ne pas se déplacer et de faire venir à soi les objets et les personnes. Ce renversement signifie que ce sont désormais les personnes les plus aisées qui se déplacent le moins et qu'au contraire, les personnes socialement et économiquement les moins dotées sont d'une certaine manière condamnée à se déplacer.

Les personnes aspirent au ralentissement et à un rythme de vie plus apaisé. L'injonction à la mobilité n'est plus de mise et le temps ainsi gagné est réinvesti dans la sphère des loisirs et de l'épanouissement personnel. Les personnes présentent davantage de libertés dans leurs choix de mobilité. Elles ont la possibilité de planifier et d'organiser leurs déplacements en fonction de leurs loisirs et bénéficient par conséquent d'un rythme de vie plus apaisé.

Les actifs cherchent à limiter leurs déplacements entre le domicile et le lieu de travail et s'appuient sur le télé-travail. Les activités d'achats sont réalisées dans les commerces de proximité et de préférence en utilisant les modes doux. La proximobilité touche les centres urbains denses mais aussi les périphéries. Dans ce scénario, les espaces urbains se densifient afin de concentrer les fonctions et les aménités urbaines. En périphérie, des communautés se développent autour de *hubs* d'activités et de transport. Ces communautés résident dans des ensembles semi-collectifs qui favorisent le lien social et la solidarité. Les personnes s'appuient sur les circuits courts pour subvenir à leurs besoins d'alimentation. Dans ce scénario, les technologies de l'information et de la communication jouent un rôle important en particulier pour la commande et l'acheminement des marchandises qui ne sont pas produites dans la proximité du domicile. Toutefois, la consommation de biens est parcimonieuse et s'oriente vers l'essentiel en termes d'équipements. Dans le scénario de la proximobilité, l'utilisation et la possession de véhicules individuels est rare. Dans le cas de déplacements importants, les personnes utilisent massivement le covoiturage. Les déplacements de très longue portée sont réalisés via le réseau ferroviaire qui a été développé afin de relier les communautés aux grands pôles urbains.

Services de transports de personnes et de marchandises

Dans ce scénario, le véhicule autonome est utilisé de manière parcimonieuse et partagée. Les centres urbains sont équipés de navettes automatiques qui peuvent embarquer 7 à 9 personnes (Figure 4.b). Ce système est situé en sous-terrain en remplacement du métro et du RER. Il permet de pallier aux besoins de mobilité intra-urbains. Toutefois, il se positionne comme un service complémentaire des modes doux qui dominent désormais la mobilité dans les centres urbains. Les modes doux sont utilisés en surface. L'espace public est libéré de l'emprise des véhicules motorisés individuels et des transports en communs. Les communautés périphériques voient également un fort développement de l'utilisation des modes doux. Le véhicule autonome joue un rôle important dans l'articulation entre les communautés et les *hubs* d'activités et de transport en particulier dans une logique périphérie-centre (Figure 4.d). Ces véhicules sont la propriété de groupement d'usagers qui rassemblent les habitants d'un même ensemble d'habitations. Le véhicule autonome répond à plusieurs besoins. Dans le cas de l'impossibilité d'utiliser les modes doux, il permet aux personnes de se déplacer entre leur domicile et le *hub* d'activité et de transport. Ces véhicules de grande taille peuvent transporter une douzaine de personnes.

Bien que la consommation de biens jugés superflus ait largement diminué, le transport de marchandises occupe une place encore importante dans le scénario de la proximobilité. Le transport des marchandises utilise des systèmes automatiques qui s'appuient sur les infrastructures ferroviaires et des *hubs* logistiques. Les espaces urbains sont équipés de *hubs* logistiques souterrains de grande capacité. Chaque arrondissement et chaque quartier est équipé d'un hub logistique de taille plus restreinte. En utilisant les modes doux les personnes retirent leurs marchandises directement au *hub*. Pour les marchandises plus imposantes, des navettes dédiées délivrent les commandes directement au domicile des clients. En périphérie, où les communautés sont organisées autour des *hubs* d'activités et de transport, les marchandises sont acheminées vers les communautés à l'aide des véhicules autonomes appartenant au groupement d'usagers. En effet, lorsque le véhicule n'est pas dédié au transport de personnes, son habitacle se convertit pour accueillir de la marchandise. Le véhicule se rend seul au *hub* à partir duquel il prend en charge les marchandises et les achemine jusqu'à la communauté.

Ecosystème du véhicule autonome

Dans le scénario de la proximobilité, le véhicule individuel n'a plus aucune attribution. Le marché de la voiture individuel a disparu. Les constructeurs automobiles ont dû s'adapter et réduire considérablement leur activité. Leur rôle est réduit à la conception de véhicules polyvalents à destination des groupements d'usagers. Les constructeurs conçoivent des véhicules autonomes de grande taille qui présentent une longévité importante. La consommation de biens ayant diminué, les grands distributeurs ont également réduit considérablement leurs activités. De nouveaux types de fournisseurs émergent. Ces fournisseurs favorisent la proximité dans la provenance des ressources et la production des produits. L'activité économique est portée par un nombre très important de petites entreprises et de petits producteurs locaux qui basent leur modèle économique sur la qualité et le respect de l'environnement.

Cadre politique et légal

Dans ce scénario, les orientations des politiques publiques ont connu des changements radicaux qui ont embrassé trois grands aspects de la vie quotidienne des personnes. Face aux enjeux environnementaux, les politiques publiques ont tendu vers une réduction de la consommation de biens en promouvant leur durée de vie. Elles se sont aussi appuyé fortement sur les filières de qualité locales, en particulier dans le domaine de l'alimentation en favorisant les producteurs locaux et en menant une politique protectionniste. Cette politique protectionniste s'est également étendu à la manufacture de produits dans l'objectif de réhabiliter le secteur industriel au niveau national. Ces activités sont organisées autour des *hubs* d'activités et de transport pour réduire les distances d'acheminement des matériaux et faciliter l'expéditions des marchandises en mutualisant leur transport. Au niveau des politiques de transport, l'Etat et les collectivités se sont engagés dans un plan de régulation de la mobilité particulièrement engagé. Ce plan tend vers la diminution des déplacements individuels. Il a été accompagné par un investissement massif dans les infrastructures ferroviaires et les *hubs* d'activités et de transport. La filière du véhicule autonome n'a pas été fortement soutenue au profit de la mutualisation des transports de personnes et de marchandises via le rail. Sur le plan de l'urbanisme réglementaire, le cadre légal oblige les espaces urbains à se densifier et les espaces périphériques à organiser les zones d'activités et résidentielles autour des *hubs* d'activités et de transport.

6. Synthèse générale

Les entretiens d'experts réalisés, confrontés aux trois scénarios mis en évidence par un état de l'art sur le futur de la mobilité conduisent à un certain nombre d'observations générales :

La première de ces observations est que le véhicule autonome est une technologie qui présente une grande plasticité. Elle peut ainsi être développée sur le véhicule individuel possédé, il s'agit alors d'un produit premium, mais elle peut aussi être déployée à destination des transports collectifs au sens large, c'est-à-dire à la fois pour les bus, BHNS et autres tramways et trains, et pour des services de transports publics plus ou moins individuels comme les taxis, taxis collectifs, le co-voiturage et l'autopartage. Elle peut enfin est avant tout développée comme moyen de transport dédié au fret.

La deuxième est que l'avenir de la mobilité est assez ouvert et qu'il est pertinent de l'approcher par une approche prospective plutôt que par des projections. Les scénarios développés et les réactions des experts à leur égard, suggèrent en effet que l'avenir de la mobilité ne se situe probablement pas dans le prolongement des tendances passées. Une série de « signaux faibles » indiquent que nous pouvons être à l'aube de ruptures : le besoin de ralentissement dans les modes de vie, le désintérêt des jeunes pour le permis de conduire, le regain d'intérêt pour les transports en commun confortables dans lesquels on peut utiliser son temps sont autant de tendances émergentes qui sont susceptibles de devenir des tendances lourdes demain.

La troisième est que l'acceptabilité sociale et sociétale du véhicule autonome dépend non seulement d'aspects psychologiques liés à la confiance dans la technologie pour se laisser conduire, mais aussi de la capacité du véhicule autonome à contribuer à résoudre des problèmes de mobilités tels que la pollution atmosphérique, la crise énergétique, l'encombrement des voiries urbaines par le stationnement et la circulation, la rentabilité des transports publics ou la logistique urbaine du dernier kilomètre. Développer la technologie du véhicule autonome implique donc la résolution de problèmes de société. C'est d'autant plus le cas, que le déploiement de l'automatisation de la conduite présente un risque de destruction d'emplois massifs et qu'il est donc indispensable qu'en contrepartie, le véhicule autonome résolve des problèmes sociétaux.

La quatrième observation générale est que le déploiement du véhicule autonome s'accompagne de nouvelles alliances industrielles entre grands acteurs du secteur des transports. Il s'agit naturellement des grands constructeurs automobiles et des géants du web, car les enjeux technologiques du véhicule autonome se situent clairement à l'interface des systèmes d'information, des big datas et du secteur de l'automobile. Mais il s'agit aussi d'alliances entre les constructeurs automobiles, les pouvoirs publics, les opérateurs de transports ferroviaires et de transports publics urbains, les constructeurs automobiles et les milieux de la construction, car la circulation et l'exploitation des véhicules autonomes nécessite de développer de nouvelles intermodalités, de nouvelles conception d'espaces publics et de nouveaux lieux d'échanges.

De ces observations générales, il apparaît que le véhicule autonome est susceptible de se développer dans trois directions principales :

6.1 Le véhicule individuel premium

Le véhicule individuel premium. Dans cette première direction, associée au scénario de l'hypermobilité, le véhicule autonome se développe comme un produit de haut de gamme, dont l'atout principal est d'être un véritable salon roulant, au sein duquel on peut développer ses activités sans avoir à se préoccuper de la conduite. Il s'agit d'une certaine manière de la voiture avec chauffeur, mais où le chauffeur est un pilote automatique.

Ce premier marché se construit à la manière classique de l'apparition de nouveaux modes de transport. Tout d'abord réservé à une élite, ils se démocratisent progressivement, mais sur le moyen, voire le long terme. Le train, l'automobile et l'avion ont connu pareille courbe de développement, et le véhicule autonome suivrait le même modèle.

Produit de luxe, il déploierait tout son intérêt pour le propriétaire sur les longs trajets interurbains et serait un concurrent du train de 1^{re} classe sur ce type de trajets. En milieu urbain, la coexistence avec les autres moyens de transports et la réticence des autorités à investir pour un segment de luxe assez limité dans la mobilité qui ne résout aucun problème sociétal posé par la mobilité, la voiture autonome premium devrait être le plus souvent conduite, et donc redevenir un véhicule automobile classique, faute de sites propres et d'aménagements lui permettant de se déplacer en mode autonome.

6.2 Le transport public automatique

Le transport public automatique. Dans cette deuxième direction, associée au scénario altermobilité, le véhicule autonome serait avant tout un transport public sans conducteur. Il s'agirait alors de la diffusion de l'automatisme de conduite aux trains, tramways, BHNS et bus. Dans un contexte où une large part de la population ne souhaite plus conduire une voiture à cause de la perte de temps que cela occasionne et de l'imaginaire daté que cela véhicule se pose la question du développement massif des transports publics pour couvrir l'espace et le temps du territoire. Très vite ce développement butte sur le modèle économique : les transports publics sont déficitaires sauf exception et leur développement est in-finançable par les pouvoirs publics. C'est dans ce contexte que se développe l'automatisation de la conduite, avec pour visée de déployer des systèmes de transports publics financièrement rentables (dans un contexte où 60% du coût de revient de la course est constitué par le salaire du conducteur).

L'automatisme de conduite se développe d'abord sur les modes ferrés, puis sur les Bus à Haut Niveau de Service (BHNS), qui circulent en site propre. Il se développe ensuite pour les bus et minibus, pour les services périurbains et ruraux.

Dans la mesure où les grands industriels du monde ferroviaire n'ont pas la masse critique pour développer de la recherche de pointe sur l'automatisme de conduite, ils s'allient avec les constructeurs automobiles pour développer leurs produits. Ces mêmes constructeurs automobiles se lancent par ailleurs sur le marché très porteur du bus autonome et développent des nouveaux produits, de taille intermédiaire entre le minibus et le bus classique de 11m pour capter au mieux le marché très porteur du transport périurbain (avec du covoiturage automatique).

Central dans la vie quotidienne pour de nombreux ménages, l'automatisme de conduite se développe dans cette deuxième direction comme une technologie au service de la résolution des problèmes de mobilités que sont l'engorgement des voiries par les voitures et

l'occupation de l'espace public par le stationnement. De part ces caractéristiques, l'automatisme de conduite permet une amélioration sensible de la qualité de vie et renforce les liens sociaux.

6.3 Le transport autonome de marchandises

Le transport autonome de marchandises. Dans cette troisième direction, qui est associée au scénario proximo-mobilité, le véhicule autonome est le moyen de transport de marchandises. Dans un monde où chacun cherche à limiter ses déplacements utilitaires pour disposer le plus possible de son temps, le véhicule autonome sert à déplacer les marchandises. Il se fait livreur d'achats entre des centres commerciaux et domiciles, il devient un acteur majeur du fret, notamment sur autoroute, où on lui réserve la piste de droite comme site propre.

Ce troisième marché se démarque des deux autres en ce sens que le véhicule autonome ne transporte ici pas d'êtres humains. Cette caractéristique est de nature à simplifier le déploiement du véhicule autonome sur le plan juridique. Il stimule en outre les designers, qui inventent de nouvelles formes et formats qui ne ressemblent plus à des voitures et sont susceptibles de composer des trains en s'accouplant. En milieu urbain, des infrastructures souterraines se développent pour faciliter la circulation des véhicules autonomes de marchandises.

Si l'on synthétise ces résultats sous forme de tableaux, respectivement pour la mobilité des personnes, et des marchandises, il apparaît que suivant le scénario considéré, les différents services susceptibles d'être exploités avec des véhicules autonomes ont des marchés assez contrastés (mesurés par une échelle croissante de 1 à 5 fondée sur l'analyse de la littérature des avis d'experts, où 1 est « très faible » et 5 « très dynamique »).

Tab.1 Marché des services de mobilité autonome de personnes en fonction des scénarios

Hypermobilité		Scr	Altermobilité		Scr
Véhicule autonome individuel possédé		5	Véhicule autonome individuel possédé		1
Véhicule autonome individuel non possédé		5	Véhicule autonome individuel non possédé		2
Véhicule collectif automatique		3	Véhicule collectif automatique		5
Véhicule autonome TAD		1	Véhicule autonome TAD		4
Autopartage		2	Autopartage		4
Véhicule autonome convertible		1	Véhicule autonome convertible		1
Proximo-mobilité		Scr	Ensemble		Scr
Véhicule autonome individuel possédé		1	Véhicule collectif automatique		11
Véhicule autonome individuel non possédé		1	Autopartage		9
Véhicule collectif automatique		3	Véhicule autonome individuel non possédé		8
Véhicule autonome TAD		2	Véhicule autonome TAD		7
Autopartage		3	Véhicule autonome individuel possédé		7
Véhicule autonome convertible		5	Véhicule autonome convertible		7

Tab.2 Marché des services de mobilité autonome de marchandises en fonction des scénarios

Hypermobilité		Scr	Altermobilité		Scr
Véhicule autonome de livraison individuel	2		Véhicule autonome de livraison individuel	5	
Véhicule mutualisé et dépôt dans les hubs	5		Véhicule mutualisé et dépôt dans les hubs	2	
Véhicule convertible	1		Véhicule convertible	1	
Proximobilité		Scr	Ensemble		Scr
Véhicule autonome de livraison individuel	1		Véhicule mutualisé et dépôt dans les hubs	11	
Véhicule mutualisé et dépôt dans les hubs	4		Véhicule autonome de livraison individuel	8	
Véhicule convertible	5		Véhicule convertible	7	

6.4 La combinaison spatiale

Les trois directions que nous avons identifiées en ce qui concerne le véhicule autonome sont susceptibles de se combiner. Suivant les pays et la structure de leur marché des déplacements, ainsi qu'en fonction du gradient centre – périphérie, elles sont susceptibles de se combiner pour constituer trois marchés aux contours spécifiques :

- Le véhicule individuel premium a un marché dans des pays riches à l'armature urbaine multipolaires en réseau pour les déplacements interville. En Europe, des pays comme l'Allemagne, les Pays Bas où la Suisse sont particulièrement concernés. En Amérique du Nord la grande région urbaine entre New-York et Boston de même que la côte Californienne.
- Le transport public automatique a un marché dans des pays où la main d'œuvre est chère et dans lesquels l'imaginaire de l'automobile comme objet de possession individuel pour une mobilité individuelle s'est émoussé. En Europe, il s'agit en particulier des pays Scandinaves.
- Le transport autonome de marchandises a un marché dans des pays où la main d'œuvre est chère et dans lesquels l'aspiration au ralentissement des modes de vie est forte au sein de la population des grandes agglomérations. En Europe, l'Ile-de-France est concernée, tout comme l'agglomération londonienne. En Amérique du Nord, les grandes conurbations des côtes Est et Ouest le sont également.

Bibliographie

ADETEC (2009). « L'autopartage entre particuliers. » Etude Octobre. http://www.adetec-deplacements.com/rapport_autopartage_entre_particuliers.

Aguilera A., Grébert J., Nandy Formentin H. (2014). *Passengers transport modes hierarchy and trends in cities: Results of a worldwide survey Transport Research Arena 2014*. Paris.

Aguilera, A. (2008). « Business travel and mobile workers » In : *Transportation Research Part A* 42. 1109-1116.

Amar G. (2016). *Homo mobilis. Une civilisation du mouvement*, FYP Editions, 224p.

Amar, G., (1993). « Pour une écologie urbaine des transports », *Les Annales de la Recherche Urbaine*, no 59-60.

Apel D, Pharoah T (1995). *Transport concepts in european cities*. Avebury Studies in Green Research.

Ascher F. (1995). *Métapolis ou l'avenir des villes*. Odile Jacob, Paris.

Ascher, F. (1998). *La République contre la ville*. La Tour d'Aigues : éditions de l'aube.

Asensio, J. (2000). "The success of Spanish suburban railways: determinants of demand and policy implications. In: *Transport Policy* (2000). 295-302.

Banister D (2005). *Unsustainable Transport*. Spon Press, London.

Barjonet, P.E. (éd.) (1989). *Transports et sciences sociales - questions de méthode*. Éditions Paradigme, Caen.

Bassand M., Brulhardt M.-C. (1980). *Mobilité Spatiale*. St-Saphorin, Georgi.

Bassand, M. (1985). *Les Suisses entre la mobilité et la sédentarité*. Lausanne: PPUR.

Bauman (2000). *Liquid Modernity*. London, Polity.

Belton-Chevallier L., 2010, « Mobile ICTs as tools of intensification of travel time use? Results of qualitative study based on French workers », *12th World Conference on Transport Research*, Lisbon.

Bernadet M., 1985, « Réflexion sur l'évolution de la qualité de service dans les transports de marchandises », *Les Cahiers scientifiques du transport*, AFITL, p.87-99.

Bhar, C.R. et Koppelman, F. (1999). « A retrospective and prospective survey of time-use research » In : *Transportation* 26. pp 119-139.

Birn and Schäfer (2008). Verkehrsmärkte – Kapitel 4.1 : Personenverkehr. In : Mayer, J., Mittman, W., Pachl, J., Siegmann, J. Weigand, W. (éditeurs). *Handbuch Das System Bahn*. Eurail Press. Hamburg. 73-93.

Blome, C. et Sauter-Sevaes, T. (2008). « Verkehrsträgerübergreifende Markttransparenz bei der SNCF – Katalysator für den Wettbewerb im Personenfernverkehr ». In : *Internationales Verkehrswesen* (60) 11 / 2008. 441-444. Hambourg.

Bonnafous, A. (1989). *Le siècle des ténèbres de l'économie*. Economica. Paris. p. 189.

Bonnel, P (2004). *Prévoir la demande de transport*. Presses de l'ENPC. Paris. P. 432.

- Bouffioux C., Beuthe M., Pauwels T., 2006, « La qualité des services de transport de marchandises : une analyse agrégée des ordres de préférence déclarés », *Les Cahiers scientifiques du transport*, p135-158.
- Bréchon P., Gonthier F. (2014). *Les valeurs des Européens. Évolutions et clivages*. Armand Colin, Paris.
- Brög W (1993). *Changer de comportement c'est d'abord changer d'état d'esprit, Marketing et qualité de service dans les transports en commun*. Table ronde CEMT, 92. Conférence Européenne des Ministres de Transport. Paris.
- Buhler T (2012). *Éléments pour la prise en compte de l'habitude dans les pratiques de déplacements urbains : le cas des résistances aux injonctions au changement de mode de déplacement dans l'agglomération lyonnaise*. Thèse en urbanisme et aménagement. INSA de Lyon.
- Buhler T. (2015) « Breaking car-use habits to enable sustainable mobility. Using “moments of opportunity” in the life-cycle as a mobility management instrument », AESOP Annual Congress.
- Cabanne, I. (2005). *Modélisation à long terme de l'évolution des trafics voyageurs à longue distance en France*. Thèse pour le doctorat de Sciences Economiques, option Economie des Transports. Paris.
- Canzler W, Knie A (1998). *Möglichkeitenräume – Grundrisse einer modernen Mobilitäts- und Verkehrspolitik*. Editions Böhlau, Vienne.
- Canzler W., Kaufmann V. & Kesselring S. (eds.) (2008). *Tracing Mobilities*, Ashgate, Aldershot.
- Cascetta, Ennio (2001). *Transportation systems engineering : Theory and methods*; chapter 4: Estimation of Travel demand flows; p. 485-563. Florida/USA.
- Castells M. (1996). *The Rise of the Network Society – The information age*. Blackwell, Oxford.
- CEMT (1996). *La mobilité quotidienne, peut-on la réduire, peut-on la transférer vers d'autres modes ?* Table Ronde 102 de la Conférence Européenne des Ministres de Transport. Paris.
- CERTU (2008). *Annuaire statistique – Transport collectifs urbains 2007*. Évolution 2001-2006. Mars 2008. Lyon.
- CERTU (2013.) *EMD standard CERTU*. CERTU, Lyon.
- Cervero R, Duncan M (2003). “Walking, bicycling, and urban landscapes: evidence from the San Francisco bay area”. *American Journal of Public Health* 93 : 1478-1483.
- Cervero R, Radisch C (1996). “Travel choices in pedestrian versus automobile oriented neighborhoods”. *Transport Policy* 3(3) : 127-141.
- Chandesris M., Ganansia F., Rémy A., (2017). “Les données massives au service des mobilités de demain”, dans De Palma, A. et Dantan S. (dir.). *Big Data et politiques publiques dans les transports*, Economica, Paris, p.137-169.
- Chapelon, L. (1996). « Modélisation multi-échelles des réseaux de transport : vers une plus grande précision de l'accessibilité ». In : *Mappe Monde* 3/1996. 28-36. Montpellier.
- Cirillo, C. et Axhausen, K. W. (2004). *Evidence on the distribution of values of travel time savings from a six-week diary*. Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung 212, IVT, ETH Zurich.

Coevering, Paul van de and Schwanen, Tim (2005). "Re-evaluating the impact of urban form on travel patterns in Europe and North-America". In: *Transport Policy* 13 (2006) 229–239. Elsevier.

Commission Oxford Martin School for the future generations (2013) Now for the long term.

Cresswell, T. (2006). *On the move. Mobility in the modern western world*. London: Routledge.

Crozet Y. et Joly I. (2004). Budgets temps de transport : les sociétés tertiaires confrontées à la gestion paradoxale du « bien le plus rare » ; *Les Cahiers scientifiques du transport* . No 45 ; pp. 28-48.

Crozet, Y. (2003). *Le temps et les transports de voyageurs*. Lyon.

Cubillos, C., Gaete, S. and Crawford, B, F. (2007). Design of a Multiagent Solution for Demand-Responsive Transportation using PASSI. *Nature Inspired Problem-Solving Methods in Knowledge Engineering*. Volume 4528. 531–540.

Da Cunha, A. et Guinand, S. (2014). « Qualité urbaine, durabilité et action collective : éléments de réflexion », in Da Cunha, A. et Guinand, S. *Qualité urbaine, justice spatiale et projet*. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, p. 35-65.

De Palma, A. et Dantan S. (2017). *Big Data et politiques publiques dans les transports*, Economica, Paris.

De Solere, R. (2012). *La mobilité urbaine en France : Enseignements des années 2000-2010*. Lyon. Ed. du CERTU.

De Witte A. et al. (2013). Linking modal choice to motility: a comprehensive review. *Transportation Research Part A* 49 : 329–341.

Demilly, D. et Novel A-S. (2014) « Économie du partage : enjeux et opportunités pour la transition écologique ». 03/14. *IDDRI*, SciencesPo. Paris: *IDDRI*.

Denain, J.-C- et Lagnois, P. (1998): « Cartographie en anamorphose ». In : *Mappe Monde* 49. Vol. 1998.1 . 16-19. Montpellier.

Dobruszkes, F. (2008). "Un cadre peu propice à l'utilisation des transports collectives" In: *Transports Urbains* N0. 114 (novembre 2008). 3. Saint-Germain en Laye.

Dollinger H.(1972) *Die Totale Autogesellschaft*, Carl Hanser Verlag, Munich.

Dörkes, C., Deutz, L., Frehn, M., Sarikaya, M. (2008). "Demografischer Wandel und Mobilität – Verändert sich die Mobilität in Köln durch die zu erwartende Bevölkerungsentwicklung?" In: *Der Nahverkehr* 10/2008. 8-13.

Dubois N., Moch A., 2006, « L'automobile et le sentiment d'être chez-soi », *Revue européenne de psychologie appliquée*, 56, p.95-107.

Duhem, B., Gourdon, J.-L., Lassave, P., Ostrowetsky, S. & Enel F. (éd.) (1995). *Ville et transports* - Actes du séminaire, tome 2, Plan Urbain - Direction de l'architecture et de l'urbanisme, Paris.

Duncan S. Phillips M. (2010). People who live apart together (LATs) – how different are they? *The sociological review*, 58(1), pp. 112-134.

Dupuit E., Ravalet E., Kaufmann V., (2015). « Etat des lieux de l'utilisation de la notion de motilité », dans Kaufmann V., Ravalet E., Dupuit E., (dir.), *Motilité et mobilité : mode d'emploi*, Alphil Presses Universitaires Suisses, Neuchâtel, p.21-39.

- Dupuy J-P (1975). À La recherche du temps gagné. In : *ILLICH I Energie et équité*. Editions du Seuil (Coll. Techno-science), Paris.
- Eck, F. et Stark, S. (2007). "Mobilität im Alltag. Ergebnisse einer Repräsentativbefragung." In: *Internationales Verkehrswesen* (59) 6/2007. 292-294. Hamburg.
- ESPON (2004). *Transport services and networks : territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion*. ESPON Project 1.2.1 – Project report. 2004. Septembre Brussels.
- European Commission (1996). *Council Directive 96/48/EC: Definition of Trans-European Rail Networks (TREN)*. Brussels.
- European Commission (2001). *White paper: European transport policy for 2010: time to decide*. Brussels.
- Feldhaus M., Schlegel, M. (2015). Living Apart Together and Living Together Apart: Impacts of Partnership-Related and Job-Related Circular Mobility on Partnership Quality, In Aybek, C. M., Huinink, J., Muttarak, R. (dir.). *Spatial Mobility, Migration and Living Arrangements*. Springer, pp. 115-137.
- Fichelet R (1979). Éléments pour une compréhension des pratiques de déplacement automobile. In : *Transport et société, actes du colloque de Royaumont*. Economica, Paris.
- Flamm M (2004). *Comprendre le choix modal : les déterminants des pratiques modales et des représentations individuelles des moyens de transport*. Thèse de doctorat. EPFL.
- Fouillé L (2010). *L'attachement automobile mis à l'épreuve. Etude des dispositifs de détachement et de recomposition des mobilités*. Thèse de sociologie. Université de Rennes 2, 475 p.
- Freudendal-Pedersen M. (2007). « Mobility, Motility and Freedom : The Structural Story an Analytical Tool for Understanding the Interconnection », *Swiss Journal of Sociology*, vol.33, n°1, p.27-43.
- Freudendal-Pedersen, M. (2009). *Mobility in daily life: between freedom and unfreedom*. Ashgate, Farnham.
- Gagnière V. (2012). « Les effets du tramway sur la fréquentation du transport public. Un bilan des agglomérations françaises de province » *Revue Géographique de l'Est*, vol. 52 / 1-2 | 2012 URL : <http://rge.revues.org/3508>.
- Gallez C, Kaufmann V (eds) (2010). *Mythes et pratiques de la coordination urbanisme-transport, regards croisés sur les trajectoires de quatre agglomérations suisses et françaises*. Recherches INRETS 281. Lavoisier, Paris.
- Gherardi L. (2010). *La mobilité ambiguë: Espace, temps et pouvoir aux sommets de la société contemporaine*. Paris, Editions Universitaires Européennes.
- Goodwin P-B (1985). *Évolution de la motivation des usagers en matière de choix modal*. Table ronde CEMT, 68.
- Graham-Rowe E., Skippon S., Gardner B., Abraham C. (2011). « Can we reduce and, if so, how? A review of available evidence ». *Transportation Research Part A* 45, p. 401-418.
- Gutiérrez, J. et Garcia-Palomares, J.C. (2007). "New spatial patterns of mobility within the metropolitan area of Madrid. Towards more complex and dispersed flow networks". In: *Journal of Transport Geography* 15 (2007). 18-30.

- Haefeli U et al (2008). *Moving towards sustainability? The consequences of residential relocation for mobility and the built environment. An experimental intervention study – Final Report*. NRP 54 Sustainable Development of the Built Environment. FNRS, Berne.
- Handy, S. (1991). How land use patterns affect travel patterns. A bibliography, CPL-Bibliography 1992 (279). Berkley.
- Harvey, D. (2001). *Spaces of Capital: Towards a Critical Geography*. New York: Routledge.
- Hess, S, Bierlaire, M., Polak, J.W. (2005). Estimation of value of travel-time savings using Mixed Logit models. In : *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2005, vol. 39, issue 2-3, pages 221-236.
- Hietzschold, S (2008). « Intermodaler Nutzerpreisvergleich auf Personenverkehrsverbindungen ». In : *Internationales Verkehrswesen* (60) 11/2008. 434-440. Hambourg.
- Hofmeister H. (2005). "Geographic mobility of couples in the United States: Relocation and commuting trends", *Zeitschrift für Familienforschung*, Heft 2/2005, pp. 115-128.
- Holmes, M. (2014). *Distance relationships*. Palgrave Macmillan.
- Hunsicker, F, Sommer, C. (2008). "Welche Zukunft darf's denn sein? Mutige Annahmen bei der neuen Ifmo-Prognose Mobilität 2025". In: *Internationales Verkehrswesen* (60) 9/2008. 334-337. Hamburg.
- Jain, J et Lyons, G. (2008). « The gift of travel time. » In : *Transport Geography* 16 (2008). 81-89.
- Jemelin C, Kaufmann V, Barbey J, Klein T, Pini G (2007). *Politiques de transport et inégalités sociales d'accès. Analyse comparative de huit agglomérations françaises. Rapport pour le Predit 3, École polytechnique et fédérale de Lausanne, Lausanne.*
- Jensen O.B. (2006). « 'Facework', Flow and the City : Simmel, Goffman, and Mobility in the Contemporary City », *Mobilities*, vol.2, p.143-165.
- Johannson, M. et Rauhut, D. (2002). *The Spatial Effects of Demographic Trends and Migration*. ESPON project 1.1.4. Bruxelles.
- Joly, I., Littlejohn, K. et Kaufmann, V. (2007). *La croissance des budgets-temps de transport en question : nouvelles approches ; Rapport final*, PREDIT Groupe Opérationnel 1. Paris . DRAST-ADEME.
- Jonas Larsen, John Urry, Kay Axhausen (2006). *Mobilities, Networks, Geographies. Transport and Society*. Ashgate. Octobre 2006.
- Kaufmann V (2003). Pratiques modales des déplacements de personnes en milieu urbain : des rationalités d'usage à la cohérence de l'action publique. *Revue d'Economie Régionale et Urbaine* (1) : 39-58.
- Kaufmann V (2008). *Les paradoxes de la mobilité - Bouger, s'enraciner*. PPUR, Lausanne.
- Kaufmann V, Guidez J-M, Tabaka K, Louvet N (2010). *Et si les français n'avaient plus seulement une voiture dans la tête ?*. Collections du CERTU, Lyon.
- Kaufmann V. (2011). *Re-thinking the City*. EPFL Press/Routledge, Lausanne & London.
- Kaufmann V. (2002). « Temps et pratiques modales. Le plus court est-il le mieux ? », *Recherche Transports Sécurité*, 75, p.131-143.

- Kaufmann V., Stähli L., Witter R. (2015). « Etude de la pertinence du cadencement ferroviaire en France à partir de l'analyse de la motilité », dans Kaufmann V., Ravalet E., Dupuit E., (dir.), *Motilité et mobilité : mode d'emploi*, Alphil Presses Universitaires Suisses, Neuchâtel, p.132-147.
- Kaufmann, V. (1998). *Sociologie de la mobilité urbaine : la question du report modal*, thèse de doctorat, École polytechnique fédérale de Lausanne, Lausanne.
- Kaufmann, V. (2000). « Modal Practices: From the rationales behind car and public transport use to coherent transport policies. Dans : *World Transport Policy and Practice*, vol. 6, num. 3, 2000, 8-17.
- Kaufmann, V. (2003). « Pratiques modales des déplacements de personnes en milieu urbain : des rationalités d'usage à la cohérence de l'action publique », *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, (1) p. 39-58.
- Kaufmann, V. (2008). *Les paradoxes de la mobilité - Bouger, s'enraciner*. Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR).
- Kaufmann, V., Viry, G. et Widmer, E. (2008). « Chapter VIII. Literature on Job Mobility in Switzerland ». Dans : Eric Widmer, E. Schneider, N.F. (eds.). *State-of-the-Art of Mobility Research - A Literature Analysis for Eight Countries*. Job Mobilities Working Paper No. 2006-01. 154.172. Lausanne.
- Kellerman A. (2012). "Potential Mobilities", *Mobilities*, Volume 7, Issue 1 pp. 171-183.
- Kellerman A., (2017) (à paraître). *Automated and autonomous spatial mobilities*, Routledge : London.
- Kesselring, S. (2005). New mobilities management. Mobility pioneers between first and second modernity. *Zeitschrift für Familienforschung*, (2). 129-143.
- Kesselring, S. (2006). Pioneering mobilities: new patterns of movement and motility in a mobile world. *Environment and Planning A*. 38, 269 – 279.
- Kingsley D., Urry J. (2009). *After the Car*. Polity, London.
- Kuhnimhof, T., Armoogum, J., Buehler, R., Dargay, J., Denstadli, J.M., Yamamoto, T. (2012). Men Shape a Downward Trend in Car Use among Young Adults—Evidence from Six Industrialized Countries. *Transport Reviews*, Vol. 33, pp. 761-779
- Lannoy P. (2003). « L'automobile comme objet de recherche. Chicago, 1915-1940 », *Revue Française de Sociologie*, 44-3 (2003), p. 497-529.
- Larsen, J., Urry, J. et Axhausen, K. (2005). *Social networks and future mobilities*. Final draft : report to the UK Department for Transport, Lancaster University et IVT ETHZ. Lancaster et Zurich.
- Leborgne, G. (2004). Six grands bassins industriels – les principaux sites d'industrie ferroviaire en Europe, in : *Rail et Transport* No 325/2004; 31/03/2004, 28-29. Paris.
- Lefèvre C. & Offner J.-M. (1990). *Les transports urbains en question*. Celse, Paris.
- Lejeune M, Maillat D et al. (1982). *Perception et comportements de la population face aux moyens de transport : l'exemple du canton de Neuchâtel*. Université de Neuchâtel.
- Lucas, K., & Jones, P. (2009). *The Car in British Society*. London: RAC Foundation.

- Lyons G., Jain J., Holley D. (2007). "The use of travel time by rail passengers in Great Britain", *Transportation Research Part A*, Vol. 41, pp. 107-120.
- Maksim H (2011). *Potentiels de mobilité et inégalités sociales: la matérialisation des politiques publiques dans quatre agglomérations en Suisse et en France*. Thèse de doctorat. EPFL.
- Malaurent J. (2017). "Big Data: enjeux et applications pour appréhender la mobilité", dans De Palma, A. et Dantan S. (dir.). *Big Data et politiques publiques dans les transports*, Economica, Paris, p. 39-49.
- Manz, W. et Wittowsky, D. (2007). "Fernpendeln – mit welchen Verkehrsmitteln ? – Fallstudie aus der Region Rhein-Main zu Situation und Reagibilität in der Verkehrsmittelnutzung", in *Internationales Verkehrswesen* (59), 9/2007, Hamburg, p. 400-403.
- Massot M.-H., Armoogum J., Bonnel P., Caudel D. (2004). « Une ville sans voiture : utopie ? », *Revue d'économie régionale et urbaine*, n°5, p.753-778.
- Matalon, B. (1971). *Choix entre transports individuels et transports publics, Facteurs psychologiques du choix*, CEMT, Paris, p. 1-56.
- Matas, A. et Raymond, J.-L. (2007). "Changes in the structure of car ownership in Spain". In: *Transportation Research Part A* 42 (2008). 187-202.
- Meil, G., Ayuso, L. A. et Mahia, (?) (2008). "Chapter 7 : Literature on Job Mobility in Spain » In : Widmer. E. et Schneider, N. (eds.). *State-of-the-Art of Mobility Research - A Literature Analysis for Eight Countries Job Mobilities Working Paper No. 2006-01*. 134-153. Bruxelles.
- Meissonnier J. (2001). *Provinciliens : les voyageurs du quotidien*. éditions de L'harmattan, Paris.
- Metz D (2008). The Myth of Travel Time Saving. *Transport Reviews* 28(3) : 321-336.
- Ministère de l'écologie (2013a). "Villes post-carbones – Repenser la ville dans la société post carbonne".
- Ministère de l'écologie (2013b). "Modes de vie post-carbones – Prospective des modes de vie et empreinte carbone".
- Mokhtarian, P. et Chen, C. (2004). « TTB or not TTB that is the question : a review and analysis of the empirical literature on travel time (and money) budgets ». In: *Transportation Research Part A* 38. 643-675.
- Mokhtarian, P. et Salomon, I. (2000). "How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations". In: *Transportation Research Part A* 35 (2001). 695-719.
- Moulinier, J.-M. (2003). La structure du péage d'infrastructure ferroviaires: Un handicap pour l'avenir du transport ferroviaire et l'aménagement du territoire?; In: *Notes du synthèse du SES* May/Juin 2003. 37-44. Paris.
- Munafò S, Christie P, Vincent-Geslin S & Kaufmann V (2012). *Typologie et évolution des logiques de choix modal chez les actifs motorisés urbains - Étude comparée des agglomérations de Genève, Lausanne, Berne et Yverdon-les-Bains*. EPFL-LaSUR, Lausanne.
- Munafò S., Kaufmann V., Christie D., Vincent-Geslin S., Ravalet E. (2015). « Dispositions et usages de l'automobile et des transports publics entre 1994 et 2011. Analyse des cas de Berne, Genève et Lausanne », *Revue d'économie Régionale et Urbaine*, p.753-782.
- Neutens T. (2010). *Space, time and accessibility. Analyzing human activities and travel possibilities from a time-geographic perspective*. Gent, University of Gent, Thèse de Doctorat.

- Newman, P. & Kenworthy, J. (2013). "Understanding the Demise of Automobile Dependence". *World Transport Policy and Practice*, Vol. 17, n°2.
- Ni, J., Pradayrol, J.P., Arduin, J.P. (1994). "Evaluation économique d'un projet de ligne à grande vitesse". In: *Revue générale des chemins de fer* – Juin-Juillet 1994. 157-165. Gauthier-Villars.
- Offner J.-M. (1993). « Les effets structurants du transport : mythe politique, mystification scientifique ». Dans : *L'espace Géographique*. no3, 233-242.
- Ortuzar, J, Willumsen, LG (1994). *Modelling Transport - 2nd edition*. John Wiley & Sons. UK. p.478
- Pas, E. (1996). *Activity-Based Travel Forecasting*. Conference Proceedings, June 2-5, 1996: Summary, Recommendations and Compendium of Papers - Recent Advances in Activity-Based Travel Demand Modeling. Duke University, U.S. Department of Transportation. Durham.
- Pervanchon M, Khoudour L, Delmas D (1991). *La voiture dans l'imaginaire de jeunes européens*. Rapport no 137. INRETS. Arcueil.
- Petit J. (2002). « La mobilité comme figure de l'expérience sociale : conséquences sur la caractérisation de la demande de transport », *Recherche Transports Sécurité*, 76, p.190-207
- Prognos (2008). *ProgTrans: Überblick zur Personenverkehrsentwicklung – Verkehrskonjunktur-Report Deutschland 2008/2009*. 13-16. Bâle.
- Pucher J. et Lefèvre C. (1996). *The Urban Transport Crisis in Europe and North America*.
- Ravalet E., Vincent-Geslin S., Kaufmann V., Viry G., Dubois Y., 2015, *Grandes mobilités liées au travail, Perspectives européenne et longitudinale*, Editions Economica.
- Rerat, P. Piguet, E., Besson, R. et Söderström, O. (2008). « Les âges de la ville : mobilité résidentielle, parcours de vie et attractivité des villes suisses ». Dans. *Geographica Helvetica*. s.p.
- Rihs / SMA (2008). *Zuercher S.Bahn: Potenzialabschätzung*. 1-5. Zuerich.
- Rocci A (2007). *De l'automobilité à la multimodalité? Analyse sociologique des freins et leviers au changement des comportements vers une réduction de l'usage de la voiture. Le cas de la région parisienne et perspective internationale*. Thèse de sociologie. Paris-Descartes.
- Rommerskirchen, S., Greinus. A et Ickert. L. (2008). "Personenverkehr in Europa und Übersee. – Wachstumsperspektiven bis 2020". In: *Internationales Verkehrswesen* (60) 1+2 (2008). 10-14. Hamburg.
- Rubens L., Gosling P., Moch A. (2011). « Favoriser le report modal : connaître les raisons liées au choix d'un mode de déplacement pour le changer », *Pratiques psychologiques*, 17, p.19-29.
- Scheiner J (2010). Interrelations between travel mode choice and trip distance: trends in Germany 1976-2002. *Journal of Transport Geography*, Volume 18, Issue 1 : 75-84.
- Schneider N. F., Collet B. (dir.) (2010). *Mobile Living across Europe II*, Leverkusen Opladen, Barbara Budrich.
- Schneider N. F., Limmer R. & Ruckdeschel K. (2002). *Mobil, flexible, gebunden – Familie und Beruf in der mobilen Gesellschaft Campus*, Frankfurt am Main.

- Schuler, M. et Kaufmann, V. (2006). *Pendularité à longue distance, la vitesse des transports comme facteur structurant de l'urbain*. DISP 126, Zürich.
- Spiekermann, K. et Wegener, M. (2007). *Update of Selected Potential Accessibility Indicators*. Final Report for ESPONt. 2007. Février. Bruxelles
- Spiekermann, K. (2008). *Présentation on the Final Conference on MONITRAF/ALPNAP – Transport Across the Alps: Regional Impacts of the Trans-European Transport networks in the Alpine Arc*. Janvier 2008. Innsbruck.
- Stähli, L. (2008). *L'exploitation ferroviaire en Europe à l'heure du cadencement*. Présentation at EPFL ; Septembre 2. EPFL. Lausanne.
- Stähli, S. (1987). Zur Entwicklung des Taktfahrplans in der Schweiz, in: *Mitteilungen des Institutes für Geowissenschaften und Verkehrswesen/15*, Universität für Bodenkultur. Vienne. 1988.
- Stock M. (2006). « L'hypothèse de l'habiter poly-topique », *Espacestems.net*, Textuel, 26.02.2006.
- Stohler, W. (1993). La Planification de la gestion et de l'exploitation ferroviaire, in: *Rail International*, 10/1993; 64-70. Zuerich.
- Topp, H. (2005). "Trends, innovative Weichenstellungen und Hebel für Mobilität und Verkehr – Von 2030 aus gesehen." In: *Strassenverkehrstechnik* 12.2005. 605-609.
- Tzieropoulos, P. (2008). *Specificities of European railways; Stakes for innovative research*. Présentation Transportnet à Gêne, Italie. Avril 2008.
- Urry J. (2000). *Sociology beyond societies*. Routledge, London.
- Urry J. (2007). *Mobilities*. Polity, London.
- Urry J. (2014). *Post-petroleum*. Loco éditions/Forum Vies Mobiles, Paris
- Van Wee, B., Rietveld, P. et Meurs, H. (2006). « Is average daily time expenditure constant ? In : Search of explanations for an increase in average travel time. *Journal of Transport Geography*; vol. 14. 109-122.
- Vandenbulcke, G., Steenberghen, T. et Thomas, I. (2008). "Mapping accessibility in Belgium: a tool for land-use and transportation planning?" In: *Journal of Transport Geography* (2008), doi: 10.1016/j.trangeo.2008.04.008.
- Vincent-Geslin S & Kaufmann V (2012) (Eds.). *Mobilité sans racines. Plus loin, plus vite... Plus mobiles ?* Descartes & Cie, Paris.
- Vincent-Geslin S (2010). *Altermobilités, mode d'emploi. Déterminants et usages de mobilités alternatives au tout voiture*. Editions du Certu, Lyon.
- Viry G et Kaufmann V (Eds.). (2015). *Mobile Europe*. Palgrave McMillan, London
- Weglenski, S. (2006). « Regards sur la mobilité au travail des classes populaires. Une exploration du cas parisien ». Dans : *Cahiers Scientifiques du Transport*, n°49/2006. 103-127.
- Widmer, J.-P. (2002). *High-speed rail: Partner or competitor?* Présentation ACI Conference Air links 2002. Mars. Salzburg.
- Yao, E. et Morikawa, T. (2005). « A study of an integrated intercity travel demand model ». In: *Transportation Research Part A* 39. 367-381.

Zahavi Y. & Talvitie A. (1980). "Regularities in Travel Time and Money Expenditure" *Transportation Research Record*, Vol. 750, pp. 13-19.

Zahavi Y. (1979). *The UMOT Project*, USDOT, Washington.

Zumkeller, F. et Vallée, D. (2006). "Die Zukunft wird unzuverlässiger – Renaissance der Planung angesichts des demografischen Wandels?" In: *Strassenverkehrstechnik* 11.2006. 657-664.